

УДК 001.8:641.45:641.55
№ держреєстрації 0120U105066
Інв. №

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002,
+38(057)7003888 [http:// btu.kharkov.ua](http://btu.kharkov.ua), info@btu.kharkov.ua



ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
Валерій МИХАЙЛОВ
(22.12.2022)

З В І Т
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

**«Наукові та практичні основи використання низькомолекулярних поверхнево-активних речовин для удосконалення та підвищення ефективності технологій напоїв, кулінарної та кондитерської продукції»
(остаточний)**

Керівник НДР
канд. техн. наук, доцент
кафедри харчових технологій
в ресторанній індустрії

Омельченко С.Б.

Рукопис закінчено " 14 " грудня 2022 р.

Результати цієї роботи розглянуто науково-технічною радою факультету переробних і харчових виробництв, протокол № 4 від 27.12.2022 р.

СПИСОК АВТОРІВ

канд. техн. наук,
доцент



(підпис)

14.12.2022

(дата)

С.Б. Омельченко
(планування робіт,
укладання програми
досліджень участь у
виробничих
відпрацюваннях, розділи
1, 2, акти впровадження
в освітній процес)

канд. техн. наук,
доцент



(підпис)

14.12.2022

(дата)

О.В. Котляр
(вступ, розділ 3,
висновки, акти
впровадження у
виробництво)

Реферат

Звіт про науково-дослідну роботу виконано на 117 сторінках, що включає 19 таблиць, 41 рисунок, 2 додатки, 84 літературних джерела.

Об'єктом дослідження є технології молочних напоїв, кулінарної та кондитерської продукції з використанням низькомолекулярних поверхнево-активних речовин.

Предметом дослідження є модельні системи на основі білоквмісної молочної сировини, жирового компоненту, поверхнево-активних речовин, структуроутворювачів, напівфабрикати на основі низькомолекулярних поверхнево-активних речовин та готова продукція.

Асортимент напоїв (молочних коктейлів) кулінарної (суфле) та кондитерської (вироби з бісквітного тіста) продукції не в повній мірі задовольняють потреби споживачів у даній продукції. Головними факторами, які визначають якість переліченої продукції, є її піноутворююча здатність та стійкість піни, вони суттєво впливають на її споживчі властивості. А також дана продукція, яку представлено на продовольчому ринку України має низькі якісні характеристики.

У ході роботи було визначено сучасні тенденції розвитку технології виробництва напоїв, кулінарної та кондитерської продукції; здійснено аналіз рецептурного складу та технологічного процесу виробництва напоїв, кулінарної та кондитерської продукції, які мають піноподібну та піноемульсійну структури; зазначено теоретичні аспекти формування піноподібних та піноемульсійних харчових систем. Обґрунтовано рецептурний склад піноподібної молочної продукції з використанням низькомолекулярних поверхнево-активних речовин та капа-карагінану, обґрунтовано рецептурний склад піноемульсійної продукції (суфле, бісквіт шоколадний). Експериментальним шляхом визначено раціональний вміст основних рецептурних компонентів піноподібної та піноемульсійної продукції: вміст молока – 84%, вміст смакоароматичної добавки – 15%, вміст ПАР E472e –

0,1%, вміст капа-карагінану – 0,025%. Визначено перспективи використання поверхнево-активних речовин в технології піноподібної та піноемультсійної продукції. Розроблено технологічну модель виробництва молочного коктейлю, суфле, бісквіту шоколадного; проаналізовано технологічний процес виробництва з точки зору системного аналізу. Розроблено заходи з безпеки функціонування технології виробництва молочних напоїв, кулінарної та кондитерської продукції; приведено технологічну схему виробництва напоїв, кулінарної та кондитерської продукції; здійснено опис технологічної схеми виробництва за етапами; проведено діагностику безпеки та аналіз можливих ризиків у процесі виробництва молочних напоїв, кулінарної та кондитерської продукції.

Наукові результати досліджень впроваджено у виробництво та освітній процес ДБТУ та заклади ресторанної індустрії.

Ключові слова: коктейлі молочні, напівфабрикат суфле, бісквіт шоколадний, низькомолекулярні поверхнево-активні речовини, молочна сировина, капа-карагенан, піноутворююча здатність, стійкість піни, крайовий кут змочування.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЗРІ – заклад ресторанної індустрії;

ПАР – поверхнево-активна речовина;

GRAS – Generally Recognized As Safe (визнані безпечними);

ПЗ – піноутворююча здатність;

СП – стійкість піни;

БМС – білоквісна молочна сировина

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1. Сучасні тенденції у виробництві молочної піноподібної продукції та напівфабрикатів збивних випечених кондитерських.....	10
1.1. Характеристика сучасного стану виробництва молочної піноподібної продукції та напівфабрикатів збивних випечених кондитерських.....	10
1.1.1 Характеристика сучасного стану виробництва коктейлів молочних.....	10
1.1.2 Характеристика сучасного стану виробництва напівфарикату суфле для десертної продукції та борошняних кондитерських виробів.....	20
1.1.3 Характеристика сучасного стану виробництва напівфабрикату збивного випеченого кондитерського.....	22
1.2. Теоретичні аспекти формування піноподібних та піноемульсійних харчових систем.....	33
1.3. Перспективи використання низькомолекулярних поверхнево-активних речовин в технології піноподібної та піноемульсійної продукції.....	43
2. Організація, предмети, матеріали та методи дослідження.....	51
2.1. Предмети та матеріали дослідження.....	51
2.2. Методи дослідження.....	54
3. Обґрунтування та розроблення проекту технології та рецептурного складу харчової продукції з використанням низькомолекулярних поверхнево-активних речовин.....	58
3.1. Обґрунтування та розроблення проекту технології та рецептурного складу молочних коктейлів з використанням низькомолекулярних поверхнево-активних речовин.....	58
3.2 Обґрунтування та розроблення проекту технології та рецептурного складу напівфабрикату суфле з використанням низькомолекулярних поверхнево-активних речовин для десертної продукції та борошняних кондитерських виробів.....	75
3.3. Обґрунтування та розроблення проекту технології та рецептурного складу бісквіту шоколадного з використанням низькомолекулярних поверхнево-активних речовин.....	90
Висновки.....	109
Перелік посилань.....	111
Додатки.....	119

ВСТУП

Актуальність теми. Відповідно до пріоритетних завдань державної політики України щодо забезпечення населення харчовою продукцією вітчизняного виробництва, одним із ключових є запровадження інновацій, спрямованих на удосконалення існуючих технологій, шляхом реалізації індустріальних способів виробництва, забезпечення стабільності технологічного процесу, зниження виробничих втрат, що в сукупності забезпечить зростання її конкурентоспроможності.

У широкому асортименті харчової продукції, що виробляється закладами ресторанної індустрії, значна частка припадає на напої, десертні страви та борошняні кондитерські вироби. Узагальнення наукових та практичних принципів виробництва даної продукції дозволяє стверджувати про необхідність удосконалення існуючих технологій з огляду на не стабільність технологічного процесу, регулювання технологічних параметрів окремих операцій (збивання, змішування та ін.).

Ідентифікація колоїдного стану даної харчової продукції дозволяє віднести її до харчових дисперсних систем, які містять три фази: рідку (жирову), тверду і газоподібну, що характерно для поліфазних дисперсних систем. Найбільш не стійкою із наведених фаз є повітряна внаслідок великої різниці густини між повітряною фазою та іншими компонентами системи. Тому необхідно забезпечити стійкість системи, зокрема піни, до впливу збурюючих чинників.

Отже, вдосконалення технологій харчової продукції, які ґрунтуються на науково-обґрунтованому використанні ПАР та стабілізаторів структури дозволить підвищити стійкість харчових поліфазних дисперсних систем до технологічних чинників та забезпечить виробництво напоїв, кулінарної та кондитерської продукції з високими показниками якості, розширить її асортимент.

Мета роботи – обґрунтування рецептурного складу та технологічного процесу виробництва харчової продукції з використанням низькомолекулярних поверхнево-активних речовин (ПАР). Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **завдання**: визначити сучасні тенденції розвитку технології виробництва напоїв, кулінарної та кондитерської продукції; здійснити аналіз рецептурного складу та технологічного процесу виробництва напоїв, кулінарної та кондитерської продукції, які мають піноподібну та піноемультсфійну структури; зазначити теоретичні аспекти формування піноподібних та піноемультсфійних харчових систем; обґрунтувати рецептурний склад піноподібної молочної та піноемультсфійної продукції з використанням низькомолекулярних ПАР та капа-карагінану; впровадити результати дослідження в освітній процес та заклади ресторанної індустрії.

Об'єкт дослідження – технологія молочного коктейлю, напівфабрикату суфле, бісквіту шоколадного з використанням низькомолекулярних ПАР.

Наукова новизна одержаних результатів. Аналітично доведено необхідність внесення низькомолекулярних ПАР до складу молочних коктейлів, напівфабрикату суфле, бісквіту шоколадного; досліджено фізико-хімічні властивості харчової продукції, до складу якої входять низькомолекулярні ПАР; науково обґрунтовано співвідношення яєчного білка та ПАР у технологіях напівфабрикату суфле та бісквіті шоколадному, що дозволить отримати стійкі піноподібні системи у які вводяться жиромісні продукти. За рахунок того, що жир виступає піногасником у даній технології і тверді частинки також призводять до зниження стійкості піни. Науково обґрунтовано раціональний вміст основних рецептурних компонентів та окремі технологічні параметри виробництва молочних коктейлів, напівфабрикату суфле, бісквіту шоколадного. Встановлено закономірності формування органолептичних та фізико-хімічних показників якості готової продукції.

Практичне значення одержаних результатів. На підставі проведених аналітичних та експериментальних досліджень розроблено проекти

рецептурного складу молочних напоїв, кулінарної та кондитерської продукції з використанням низькомолекулярних ПАР.

Публікації. Матеріали основної частини роботи було опубліковано у збірнику наукових праць «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі» (м. Харків: ХДУХТ, 2021 р.) та обговорювалися на Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді»; (м. Харків: ХДУХТ, 2021 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність» (м. Харків: ХДУХТ, 2021 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції «International scientific innovations in human life» (Великобританія, 2021 р.); X Міжнародній науково-практичній конференції «International scientific innovations in human life» (Великобританія, 2022 р.).

РОЗДІЛ 1 СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ МОЛОЧНОЇ ПІНОПОДІБНОЇ ПРОДУКЦІЇ ТА НАПІВФАБРИКАТІВ ЗБИВНИХ ВИПЕЧЕНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ

1.1 Характеристика сучасного стану виробництва молочної піноподібної продукції та напівфабрикатів збивних випечених кондитерських

1.1.1 Характеристика сучасного стану виробництва коктейлів молочних. Молоко являє собою полідисперсну систему, що складається з води, білків, ліпідів, мінеральних солей, вітамінів, гормонів, ферментів та інших речовин. Ці компоненти молока утворюють єдину гетерогенну систему, що знаходиться в рівноважній взаємозв'язку [1].

Залежно від розміру часток, а так само їх агрегатного стану, дисперсні фази в молоці знаходяться у вигляді колоїдних частинок (колоїдна фаза), грубодисперсних частинок різної величини (фаза емульсій), в іонно-молекулярному стані (фаза істинного розчину).

У молоці міститься більше 120 різних речовин, у тому числі до 170 жирних кислот, 20 амінокислот, 17 вітамінів, до 50 мінеральних речовин. Хімічний склад молока, за даними різних джерел, наведено в табл. 1.1 [2].

У водній фазі, яка є постійним середовищем в полідисперсній системі молока, розчинені або дисперговані всі інші елементи. Велика частина води знаходиться у вільному стані, а менша – у зв'язаній формі. У вільній воді розчинені органічні і неорганічні сполуки молока.

З компонентів дисперсної структури жирова фаза займає провідне місце. За своїми властивостями при рідкому стані жиру (наприклад, в момент виділення з молока) жирова дисперсія відноситься до типу стабілізованих емульсій. У даному випадку частинки дисперсної фази захищені від злиття при зіткненні один з одним, тобто стабілізовані міжфазними шарами, які утворюються в результаті адсорбції в прикордонній поверхні молекул емульгатора з його розчину в дисперсне середовище.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад молока

Компоненти молока	Вміст в 100 г	
	Середнє значення	Інтервал
Вода, г	87,3	85,5-88,8
Сухі речовини, г в тому числі:	13,0	11-15
Ліпіди, в тому числі, г:		
молочний жир	3,9	2,8-5,0
фосфоліпіди	0,04	0,03-0,5
стерини	0,012	0,01-0,014
Білки, в тому числі, г:		
казеїн	3,5	2,9-4,0
сывороткові	2,6	2,3-2,9
β -лактоглобулін	0,3	0,7-0,4
α -лактоальбумін	0,034	0,06-0,014
Небілкові азотисті речовини	0,05	0,02-0,08
Вуглеводи, г	4,8	4,5-5,2
Мінеральні речовини, мг:	0,7	0,6-0,8
мікроелементи, мг	0,084	0,083-0,085
макроелементи, мг	0,052	0,50-0,54

Слід зазначити, що емульсії є термодинамічно нестійкими системами внаслідок наявності надлишку вільної енергії. Тому в них відбуваються процеси, що призводять до зниження вільної енергії системи, тобто мимовільного укрупнення часток дисперсної фази шляхом їх коалесценції.

Розмір дисперсії жирових кульок коливається від 0,1 до 10 мкм, які оточені лецитиново-білковою оболонкою, яка зумовлює високу стійкість жирової дисперсії, що утворюється. В 1 мл молока кількість жирових кульок коливається від 1,5 до 3 млрд.. Жирові кульки складаються з гліцеридного ядра, оточеного ліпопротеїновою оболонкою. Розмір жирової кульки і її масу визначає гліцеридне ядро, що складається, головним чином, з тригліцеридів.

Як вже раніше зазначалося, провідна роль у процесі стабілізації жирової дисперсії відведена міжфазним шарам (оболонки жирових кульок).

Білок оболонок жирових кульок характеризується незвичайною для білків розчинністю в багатьох буферних системах, має високу ступінь внутрішньо

молекулярної асоціації, що обумовлює стійкість оболонки та її поверхневу активність. Оболонковий білок має форму кільця α -спіральної конфігурації, зовнішня поверхня якого гідрофобна і пов'язана з вуглецевими ланцюгами ліпідних комплексів [3].

Таким чином, наявність в ліпідній фракції молока вільних жирних кислот, фосфатидів, тригліцеридів, а також дисперсність жирових кульок, хороші органолептичні показники, низька температура плавлення, хороша засвоюваність – все це зумовлює високу харчову та біологічну цінність молочного жиру [4].

З іншого боку молоко є не тільки емульсією жиру у воді. Його можна охарактеризувати як колоїдний розчин білків і колоїдного фосфату кальцію в молочній сироватці. Вивчення структури і властивостей білків молока являє собою величезний практичний інтерес в плані отримання піноподібних молочних продуктів.

Вміст білків в молоці коливається від 2,9 до 4,0%. Білки, що входять до складу молока, різноманітні за будовою, фізико-хімічними властивостями і біологічним функціям. Білки молока можна розділити на три групи. До першої, основної групи (78 - 85%) відноситься казеїн, що містить 4 фракції (α_s , β -, χ - і γ -казеїн) та їх фрагменти (табл. 1.2). Друга група представлена сироватковими білками – β -лактоглобулін, α -лактоальбумін, імуноглобулінами і альбуміном сироватки крові. Крім того, в неї входять протеоз-пептони, лактоферин і деякі інші (так звані мінорні) білки. До третьої групи відносять білки оболонок жирових кульок, ферменти, деякі гормони (пролактин) та ін., що становлять усього близько 1% всіх білків молока [5].

Таблиця 1.2 – Характеристика білків молока

Фракція білка	Вміст,% від загальної кількості білків	Діапазон коливання молекулярної ваги, Да	Середнє значення молекулярної ваги, Да	Ізоелектрична точка, рН
1	2	3	4	5
Казеїн	79 – 83			

Кінець таблиці 1.2				
1	2	3	4	5
α_{s1} -казеїн	30 – 36	22066 – 23722	23600	4,91 – 5,35
α_{s2} -казеїн	8 – 11	25148 – 25388	25200	5,19 – 5,39
β -казеїн	25 – 28	23939 – 24089	24000	5,11 – 5,85
χ -казеїн	9 – 10	19005 – 19037	19000/19550	5,37 – 6,07
γ -казеїн	2 – 4	11600 – 20500	20500	5,8 – 6,0
Сироваткові білки	17 – 21			
β -лактоглобулін	9 – 10	18205 – 18363	18300	5,14 – 5,49
α -лактоальбумін	2 – 4	14147 – 14175	14000/14200	4,2 – 4,8
сироватковий альбумін	0,7 – 1,3	66267 – 69000	66300	4,71 – 5,13
імуноглобуліни	1,9 – 3,3	153000 – 901000	—	5,5 – 8,3
ИгG	1,4 – 3,3	150000 – 163000		5,5 – 6,8
ИгA	0,2 – 0,7	400000		
ИгM	0,1 – 0,7	1000000		
протеазо-пептони	2 – 4	4100 – 40800		3,3 – 3,7
інші	< 2,5		—	

Казеїн можна розділити на наступні фракції: α_s -казеїни (43-55%), β -казеїн (24-35%), χ -казеїн (8-15%) і група γ -казеїнів (3-7%). Всі фракції казеїну мають генетичні варіанти, за винятком γ -казеїну, оскільки за результатами деяких досліджень γ -казеїни є фракціями β -казеїна і утворюються в процесі зберігання молока внаслідок його часткового протеолізу. Фракції α , β , χ -казеїнів мають кілька генетичних варіантів, які переходять у спадок. Генетичні варіанти казеїну розрізняються розташуванням певних амінокислот в поліпептидних ланцюгах і електрофоретичною рухливістю. Крім цього, ряд дослідів вказує на взаємозв'язок між генетичними варіантами білків молока і їх технологічними властивостями.

Сироваткові білки (неказеїнова фракція) у кількості 15-22% представлені кількома групами білків. Близько 80% всіх сироваткових білків є термолабільними. При розчиненні цієї фракції в розчинах солей виділяють розчинну фракцію (лактоальбуміни) і осад (лактоглобуліни або імуноглобуліни). Лактоальбумінову фракцію вважають основною фракцією сироваткових білків, що включає β -лактоглобулін, α -лактоглобулін і сироватковий альбумін крові. Основними сироватковими білками вважають β -лактоглобулін і α -лактоглобулін. Вміст β -лактоглобуліну становить від 7 до 12% всіх білків молока. Він не розчиняється у воді, а тільки в розведених розчинах солей, містить вільні сульфгідрильні групи у вигляді залишків цистеїну, які беруть участь в утворенні присмаку кип'яченого молока. У молоці β -лактоглобулін знаходиться у вигляді димеру, що складається з двох поліпептидних ланцюгів. При нагріванні молока до температури вище 30°C він розпадається на мономери, які при подальшому нагріванні агрегують за рахунок утворення дисульфідних зв'язків. Частка α -лактоглобуліну становить від 2 до 5% загального вмісту білків молока. Цей білок є гетерогенним. Він містить головний компонент, який має два генетичних варіанти, а також ліпідні компоненти, деякі з яких є глікопротеїдами. Протеоз-пептонова фракція (2-6% від загального вмісту білків) є найбільш термостабільною з усіх сироваткових білків. За електрофоретичної рухливості протеоз-пептони поділяють на кілька компонентів. Деякі з них містять у своїй структурі вуглеводи або фосфоліпіди.

Вуглеводи в молоці представлені моносахаридами (глюкозою, галактозою), їх похідними, дисахаридом лактозою (молочним цукром) і більш складними моносахаридами [5, 6].

Молочний цукор (лактоза) міститься тільки в молоці в розчиненому стані. На частку лактози припадає до 40% сухих речовин молока. Це основний вуглевод молока, що обумовлює поряд з іншими компонентами харчову цінність молока. Лактоза менш солодка, ніж буряковий цукор (сахароза). Вона є джерелом живлення молочнокислих бактерій, які зброджують її до утворення молочної кислоти. Лактоза володіє біфідогенними властивостями. У молоці

вона знаходиться в α - і β -формах, які мають оптичну активність. При нагріванні молока до 100°C створюються умови для участі лактози в реакції Майєра з утворенням меланоїдинів, що надають молоку коричневий колір і присмак пастеризації. У водному розчині обидві форми лактози перебувають у стані динамічної рівноваги і можуть переходити з однієї форми в іншу. Однак слід зазначити, що за інших рівних умов, β -форма лактози повільніше гідролізується в травному тракті. Присутність лактози в молоці підвищує його харчову цінність, надає йому захисні властивості, робить незамінним компонентом для багатьох біохімічних і мікробіологічних процесів. Засвоюваність лактози складає до 98%.

У молоці присутні практично всі жирно- і водорозчинні вітаміни (табл. 1.3). Однак, для задоволення потреб людини вміст їх у молоці недостатній. При технологічній обробці деякі вітаміни руйнуються або частково фракціонують в залежності від виду продукту, що випускається.

Мінеральні речовини, що містяться в молоці, не тільки обумовлюють його харчову цінність, але і є стабілізаторами колоїдної системи молока.

Таблиця 1.3 – Вміст вітамінів в молоці

Найменування вітамінів	Вміст в 100 г молока, мг
Ретинол	0,01-0,05
β -каротин	0,01-0,06
Кальциферол	0,034-0,15
Токоферол	0,02-0,19
Філохінон	0,001
Тіамін	0,02-0,08
Рибофлавін	0,10-0,28
Піридоксин	0,02-0,70
Ціанкобаламін	0,20-0,60
Аскорбінова кислота	0,3-20
Ніоцин	0,07-0,15
Біотин	2-5
Пантотенова кислота	0,20-0,38
Фолева кислота	0,40-260
Холін	14-16

З харчової точки зору слід особливо виділити кальцій (100-140 мг%), магній (12-14 мг%), фосфор (74-130 мг%), залізо (67-200 мг%), цинк (100-500 мг%). З мікроелементів в молоці містяться такі, які володіють значною активністю, надаючи, тим самим, вплив на біохімічні процеси в організмі людини. На деякі з них (свинець, кадмій, миш'як, ртуть, мідь, цинк, олово) встановлена межа допустимої концентрації.

У молоці також містяться гази, антибіотики, пестициди, детергенти, радіоізотопи. Багато із зазначених речовин одночасно чинять негативний вплив на склад і якість молока, порушують хід технологічних процесів при виробництві молочних продуктів, що призводить до зниження їх якості та харчової цінності, ефективності виробництва, у тому числі комбінованих молочних продуктів.

Узагальнюючи відомості про молоко, як про основу для виробництва піноподібних молочних продуктів, слід зазначити, що в молоці міститься кілька дисперсних систем, які взаємно впливають одна на одну з різними фізико-хімічними властивостями рівноваги. Ці відносини між різними фазами обумовлюють складну структуру молока і його чутливість до фізичних, хімічних і біологічних впливів.

Надалі при технологічній переробці це робить вирішальний вплив на якість готових молочних коктейлів.

Для забезпечення кращих органолептичних показників у рецептурному складі молочних коктейлів використовують стабілізатори. Наприклад, капакарагінан, його ефективно використання пов'язане з урахуванням, перш за все, термодинамічної сумісності з білками молока. Реалізація функціональних властивостей карагінанів у піноподібних молочних продуктах включає водозв'язуючу здатність, стабілізацію пін, регулювання в'язкості, утворення стійких пін [7].

Карагінан (E407) може використовуватися в харчовій промисловості завдяки таким властивостям:

- желюючий агент – здатний утворювати тривимірний ланцюг, властивості можуть бути змінені в поєднанні з іншими камедями;
- загусник – здатний підвищувати в'язкість систем шляхом скорочення взаємодії між частинками;
- стабілізатор – здатний стабілізувати частинки суміші.

Стабілізатор карагінан використовується в рибній, м'ясній, хлібобулочній, молочній, кондитерській та інших промисловостях. Дана харчова добавка надає необхідну структуру, текстуру, стабільність харчових продуктів.

В ході виробництва молочних коктейлів та питного молока стабілізатор карагінан застосовується за рахунок здатності взаємодіяти з молочними білками. Якщо в начинках і збитих вершках присутній карагінан, то підвищується їх стабільність. В морозиві дана речовина запобігає формуванню кристалів льоду і надає м'якість [8].

Молочні коктейлі являють собою рідкі піни, які складаються з пузирчиків газу, розділених прошарками рідини (ламелами). Геометрична форма газових пузирчиків у рідкій піні залежить від співвідношення обсягів газу і рідини в ній та ступеня полідисперсності. Піна утворюється в тому випадку, якщо швидкість формування та підходу пузирчиків газу до поверхні рідини виявляється більшою за швидкість їх руйнування. Процес піноутворення є складним унаслідок сукупного впливу численних фізико-хімічних та інших факторів. Закономірності, що характеризують процес утворення піни, залежать від умов проведення конкретного технологічного процесу.

Піноутворення є одним із наслідків механічної дії на молочні системи. Для утворення пін використовують найбільш поширений метод, що застосовується в технологічному процесі приготування збитої кулінарної продукції – механічне збивання суміші. При цьому відбувається змішування дисперсного середовища з повітрям, унаслідок чого виникає система «газ-рідина». Молочна дисперсна система складається як з кульок округлої форми, так і з кульок, що мають форму багатокутника з розподільними прошарками

рідини [9, 10]. Після припинення механічної дії на поверхні молочної плазми поступово формується шар ніздрювато-плівчастої піни.

Піноутворюючі властивості молочної сировини є похідною їх кількісного та якісного складу. Молочні білки за своєю суттю є ефективними піноутворювачами й унаслідок поверхневої активності та здатності до додаткової гідратації як позитивно, так і негативно впливають на піноутворюючу здатність молочної сировини. Усі важливі властивості білків визначаються їх просторовою структурою [11]. Можливість оптимального використання водневих і сульфгідрильних зв'язків для стабілізації молочних пін зумовлена послідовністю розташування амінокислот у молекулі білка. Від особливостей структури та топографії поверхні молекул білків залежить їх дифільність і поверхнева активність. Ці властивості визначають піноутворюючу здатність молочних білків. Казеїни, як і деякі інші білки, можуть утворювати слабозв'язані одна з одною міцели, тобто формувати четвертинну структуру, яка особливо інтенсивно сорбується на поверхні поділу фаз «повітря-рідина». Функціональні групи на поверхні білка внаслідок поляризації бічних ланцюгів являють собою енергію гідрофобних (вандерваальсових) сил, які також беруть участь у формуванні сферичної («рухомої») піни молока [12].

Важливим критерієм виробництва піноподібних продуктів є дисперсний та агрегатний склад молочного жиру, який перебуває в дрібнодисперсному стані, що робить його біологічно та функціонально активним. Від розміру жирових кульок залежать в'язкість і поверхнево-активні характеристики молочної сировини, що, у свою чергу, впливає на процес піноутворення. Дрібнодисперсний молочний жир, який перебуває у фазі стійкої емульсії, а також колоїдний розчин білків не тільки впливають один на одного, але і внаслідок своїх поверхнево-активних властивостей здатні утворювати додаткові елементи дисперсної структури піни. З іншого боку, гідратовані білки за нестачі дисперсійного середовища здатні до утворення додаткової фази в піні у вигляді суспензії, що стабілізує міжфазні оболонки.

Жирова фаза молочної сировини відіграє роль поверхнево-активної речовини та, сорбуючись на межі поділу фаз, сприяє піноутворенню.

Важливим компонентом нежирних молочних систем є лактоза. Вона не володіє піноутворюючою активністю. Але змінивши свої властивості під дією температури або молочнокислої мікрофлори, лактоза може суттєво впливати на здатність молочних систем утворювати піни. Чим більшою мірою лактоза піддається гідролізу, тим більше зростає піноутворююча властивість системи [12].

Для виробництва молочних коктейлів може бути використано піноутворюючі речовини, стабілізатори структури, смакові та ароматичні добавки, а також рослинну сировину [13].

Процес руйнування пінної структури можна пояснити двома причинами. По-перше, механізм дисперсного перетворення в піні, що вільно проходить, відбувається за рахунок дифузії дисперсної фази з менших кульок у більші. Цей процес сприяє зростанню кількості кульок більшого діаметра та зменшенню кульок малих розмірів. Під впливом цієї зміни порушується просторова конструкція піни, що в монодисперсному стані має форму правильного пентагонального додекаедра. Із зростанням полідисперсності пінної системи відбувається прискорення дифузії газу, що призводить до агрегативної нестійкості піни з подальшим її руйнуванням.

Відомо, що зі зростанням в'язкості міжплівчастої рідини уповільнюється швидкість процесу синерезису структури пінної системи. В'язкість рідини протидіє зменшенню прошарку середовища між бульбашками повітря за умови утворення великої поверхні поділу, що призводить до її розривання та коалесценції повітря. Висока структурна в'язкість визначає механічну міцність піни, тобто створює її пружний каркас. Тому для підвищення в'язкості напівфабрикатів молочних коктейлів можна ввести речовини, що сприяють стабілізації структури отриманої суміші. Ці речовини прискорюють формування та забезпечують гомогенне розповсюдження кульок газу в процесі

інтенсивного збивання суміші, а також фіксують утворені кульки газу в рідинній фазі.

1.1.2 Характеристика сучасного стану виробництва напівфарикату суфле для десертної продукції та борошняних кондитерських виробів. На сьогоднішній день активно застосовують ферментні препарати в рецептурному складі суфле [14]. Ферменти сприяють утворенню більшого об'єму готового виробу, тонкої скоринки, зміни еластичності і структури.

Вченими розроблено рецептурний склад суфле «Абрикосове» з використанням сухого порошку «Абрикосовий». Основною перевагою порошкоподібних продуктів є її швидка відновлюваність при додаванні 80-90% рідини. Вони мають велику питому поверхню і відзначаються високою водопоглинальною спроможністю, яка в основному залежить від гідрофільності пектину, клітковини, їх здатності до набухання, структуроутворення. Завдяки додаванню порошку відбудеться підвищення харчової та біологічної цінності, зменшиться час на приготування суфле. З внесенням до рецептурного складу суфле порошку з абрикос, страва набуде нових органолептичних характеристик, матиме велику кількість вітамінів, мінеральних речовин, мікроелементів. Буде низькокалорійною, збільшиться термін зберігання готової страви (суфле).

Щоб збільшити асортимент і термін зберігання тортів і тістечок спеціалістами кондитерських цехів було розроблено нові види оздоблювальних напівфабрикатів на основі білкових мас з використанням драглеутворювачів. Це креми типу «Суфле», які більш стійкі при зберіганні і дозволяють збільшити термін реалізації до 5-7 діб [15].

Масу «Суфле» готують з цукру білого, збитих яєчних білків, патоки, фруктово-ягідної начинки, агару, ароматизаторів і барвників. Рекомендується два способи приготування цього напівфабрикату: заварний і сирцевий.

При заварному способі готують агар шляхом його промивання, набухання, розчину; фруктово-ягідну начинку уварюють з цукром до 120°C і змішують з розчиненим агаром.

В збиті білки, не припиняючи збивання, тонкою цівкою вливають гарячу фруктово-цукрово-агарову суміш (65-75°C) і збивають ще $(3...5) \times 60$ сек. В кінці додають ароматизатор, барвник.

Вченими [16] розроблено технологію солодких страв (суфле) з використанням продукту сирного. У роботі використані стандартні фізико-хімічні, органолептичні, мікробіологічні методи аналізу харчових продуктів. Основною сировиною був продукт сирний. В якості додаткових матеріалів застосовували яйце куряче свіже, вершки питні, ягоди (журавлина, малина, полуниця та ін.). морожені і свіжі, цукор білий. Обґрунтовано раціональне співвідношення основних компонентів при виробництві суфле з продукту сирного: продукт сирний 35-40%, вершки 20-25%, яйце 15-22%. Розроблено рецептури солодких суфле з сирного продукту з додаванням ягід. Експериментально встановлено вплив тривалості збивання білкової маси на органолептичні показники суфле. Рекомендована тривалість збивання становить 3-5 хвилин, що збільшує обсяг підняття маси суфле після збивання не менше ніж на 40% від вихідного і забезпечує необхідну структуру у готового виробу після теплової обробки.

Обґрунтовано раціональний тепловий режим запікання суфле при температурі 150 °С, з тривалістю теплової обробки 20 хвилин, який забезпечує високі органолептичні показники і безпеку готового продукту. Визначено рекомендований термін зберігання готових виробів, що становить не більше 72 годин при температурі 2-6 ° С [17]. На підставі проведених досліджень розроблена технологія нових солодких страв - суфле з продукту сирного, що дозволяє отримувати солодкі страви з високими органолептичними показниками.

Авторами Авраменко О.О. та Михайленко І.О. [18] розроблено технологію суфле в на основі пшеничного пива. Завдяки текстурі солоду, цікавим відтінкам хмелю і смаку дріжджів пиво забезпечує неповторний відтінок суфле.

Вченими НУХТ [19] розроблено технологію суфле з введенням насіння чіа.

1.1.3 Характеристика сучасного стану виробництва напівфабрикату збивного випеченого кондитерського. Виробництво харчової продукції індустріальними методами обумовлено зміною кон'юнктури ринку, необхідністю вчасно реагувати на попит та зміну вподобань споживачів. Це призвело до збільшення виробництв, що спеціалізуються на виробництві напівфабрикатів різного ступеня готовності, виникнення мереж закладів ресторанної індустрії (ЗРІ), що в своїй структурі мають заготівельні цехи, фабрики. Однак прагнення виробників якомога швидше заповнити нішу продукції з високим попитом без наукового обґрунтування та пошуку нових технологій призводить до банкрутства [20]. Перехід до індустріальних методів виробництва продукції в ЗРІ має низку об'єктивних чинників – економічних, організаційних та технологічних. Зокрема, спрощення технології за одночасного пропонування споживачам асортименту, що швидко оновлюється. Організаційні передумови передбачають випуск продукції персоналом, який не має глибоких наукових знань; впровадження короткого технологічного ланцюга випуску продукції, що зменшує площу виробничих та складських приміщень. Даний напрям розвитку ЗРІ розвивається достатньо повільно, що пов'язано як з менталітетом, так і з відсутністю технологій та наукових основ виробництва напівфабрикатів і продукції на їх основі. Так, в Європі активно застосовуються технології забезпечення якісними та безпечними готовими стравами з терміном зберігання 45 діб. На нашому ринку вітчизняним споживачем страва, яка приготовлена 20 діб назад, сприймається скептично [21].

Виробництво індустріальними методами випечених напівфабрикатів з пінною структурою потребує значного корегування технологічного процесу та рецептурного складу з метою забезпечення заданих органолептичних властивостей. Перехід до індустріальних об'ємів виробництва кулінарних та кондитерських виробів – потребує нових технологічних рішень. Зазначені

недоліки випечених напівфабрикатів із пінною структурою зумовлені впливом технологічних чинників на стійкість складної дисперсної системи. Вирішення цього завдання можливе шляхом науково обґрунтованого використання поверхнево-активних речовин здатних стабілізувати дисперсну систему, зменшити негативний вплив технологічних чинників, що дозволить здійснити виробництво випечених напівфабрикатів із пінною структурою індустріальними методами. Вищевикладене у повній мірі стосується напівфабрикатів збивних випечених кондитерських та кулінарних і кондитерських виробів на їх основі.

Напівфабрикати збивні випечені кондитерські – це кондитерські вироби, механічно (збивання), або хімічно (розпушувачі) насичені повітрям та випечені за певних температурних режимів, для безпосередньої реалізації населенню або використання як напівфабрикатів для інших кондитерських виробів. Відповідно до завдань дипломного проекту, було обрано механічний спосіб насичення повітрям напівфабрикатів збивних випечених кондитерських, та наведено їх класифікацію (рис. 1.1).

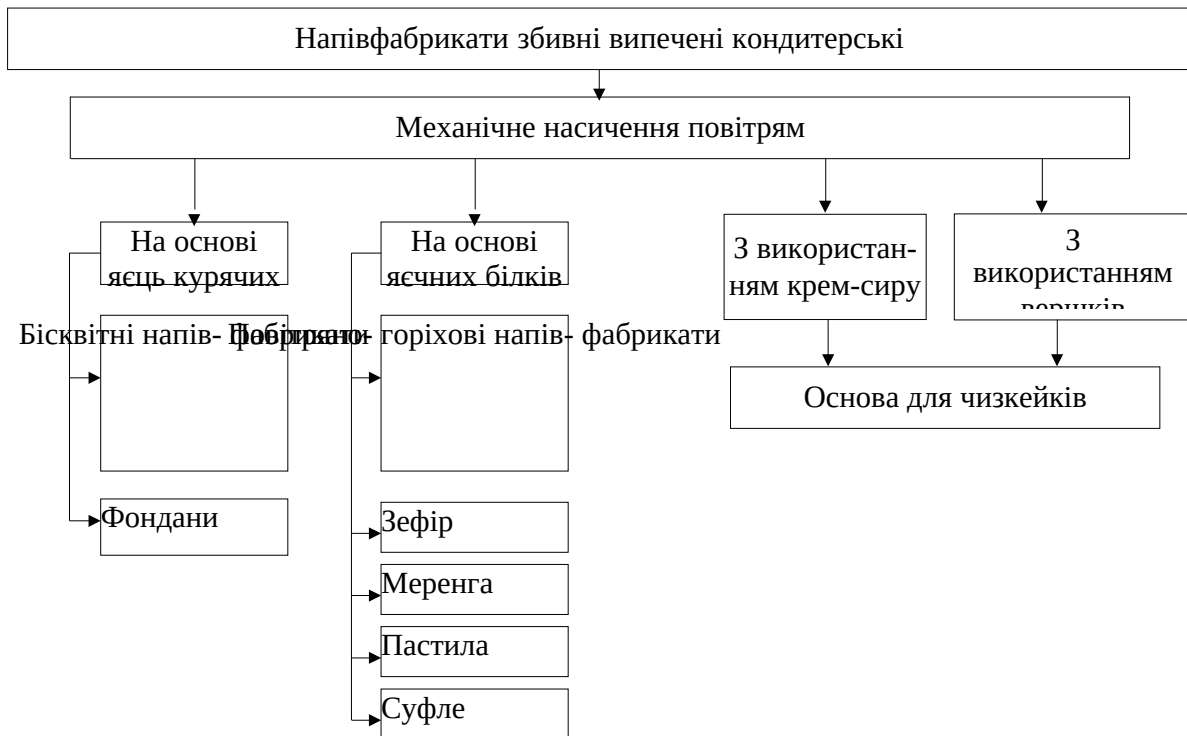


Рисунок 1.1 – Класифікація напівфабрикатів збивних випечених кондитерських

Визначивши класифікацію напівфабрикатів збивних випечених кондитерських, можна виділити групу напівфабрикатів на основі яєць курячих, а саме бісквітні напівфабрикати та проаналізувати рецептурний склад та технологічний процес виробництва. Узагальнено склад бісквітного напівфабрикату можна представити таким чином: яйця курячі або сухий яєчний порошок, цукор білий, борошно пшеничне.

На показники якості збитої яєчно-цукрової суміші впливають властивості яйцепродуктів, їх кількісне співвідношення з цукром, параметри збивання (інтенсивність і тривалість, температура, рН середовища). Під час виготовлення бісквіта збиванню піддають курячі яйця, меланж або окремо білки і жовтки, а також свіжі, морожені, висушені та законсервовані з цукром яєчні білки. Ступінь збитості яєчної сировини впливає на властивості тіста і такі показники якості випечених напівфабрикатів, як питомий об'єм, пористість, густина. І хоча яєчні продукти є хорошими піноутворювачами, проте, вони мають нестабільні технологічні властивості.

Відомо, що піноутворювальна здатність яєчного меланжу залежить від його в'язкості. Максимум цього показника спостерігається за величини в'язкості в межах 2,8...3,0 Па·с. [22]. За іншими даними [23] найбільшу піноутворювальну здатність меланж має за в'язкості 1,1...1,8 Па·с., проте збита маса при цьому характеризується меншою стійкістю.

Температура, за якої збивають яйцепродукти, також впливає на їх збитість. З підвищенням температури яєчно-цукрової суміші в інтервалі від 10 до 50 °С її піноутворювальна здатність підвищується в 2 рази [24]. Оптимальною температурою меланжу, за якої його збивають холодним способом, вважається 10...20 °С [25], а для кращого піноутворення яєчного білка рекомендується його охолодження до температури 3...5 °С [26, 27].

Стосовно складових частин яйця, слід зазначити, що яєчний білок є одним з кращих піноутворювачів, який традиційно використовується в кондитерському виробництві. Піноутворювальна здатність яєчних білків досягає 600%, що перевищує цей показник у збитого цільного яйця майже в 2

рази. Значне піноутворення яєчних білків зумовлено присутністю овоглобуліну, а здатність стабілізувати збиту піну належить овомукоїду та овомуцину [28].

Встановлено, що свіжий і морожений яєчний білок рівноцінні за своєю здатністю утворювати піну, а висушений за температури не вище 40...45 °С також повністю зберігає свої властивості після відновлення у воді [29].

Термін зберігання курячих яєць також впливає на їх піноутворювальну здатність. Так, яєчні білки столових холодильникових яєць збиваються в більш об'ємну і високу піну, ніж дієтичних, проте, піна з таких білків виходить менш стабільною.

Немаловажну роль в стабілізації білкової піни відіграє рН середовища. Максимальне піноутворення яєчного білка спостерігається за рН 5,0...5,5, тому до білків перед закінченням збивання додають незначну кількість лимонної кислоти [30]. Відмічено, що тривала витримка яєчного білка приводить до значного кислотонакопичення, що, у свою чергу, сприяє збільшенню його піноутворення і піностійкості [31]. Додавання кухонної солі також приводить до зростання піноутворювальної здатності та стійкості білкової піни, хоча збільшує час її отримання [32].

Останніми роками у виробництві бісквітних напівфабрикатів використовуються сухі яєчні продукти (яєчні білок і жовток, яєчний альбумін, а також спеціальні препарати яєчного білка «Herbapromix Plus», OVOPOŁ, «Ovafina» і «Альбуфікс» тощо), до складу яких крім білка входять стабілізатори [33, 34]. Відновлені сухі яєчні продукти мають хорошу піноутворювальну здатність, вироби з їх використанням за фізико-хімічними властивостями і органолептичними показниками не поступаються тим, що виготовлені з натуральних яєць.

Відомо, що роль жовтка, як емульгатора і стабілізатора, визначається властивостями і фракційним складом ліпопротеїнового комплексу і залежить від вмісту лецитину [35]. Між іншим відмічається негативний вплив жирів жовтка, що попадають в білок під час їх розділення, на піноутворювальну

здатність останнього. Це пояснюється утворенням на поверхні білкових міцел плівок жиру, які перешкоджають процесу піноутворення.

Цукор білий – рецептурний компонент, який є стабілізатором і структуроутворювачем дисперсної системи бісквітного тіста. Присутність в рецептурах цього компоненту в кількості близько 35...37 % діє стабілізуюче на білкову піну, внаслідок часткової дегідратації і денатурації білка, а також підвищення в'язкості дисперсійного середовища. Встановлено [36], що збільшення концентрації цукру в системі понад 50% зменшує піноутворювальну здатність білка, але підвищує її стабільність.

У роботах [37-39] досліджується можливість зниження вмісту цукру в бісквітному напівфабрикаті на 10...20 % без втрати якості виробів за рахунок введення в рецептуру вуглеводовмісної плодово-ягідної або овочевої сировини (пюре, порошоків тощо).

Важливим інгредієнтом рецептури, який істотно впливає на якість бісквітного напівфабрикату, є борошно. Короткочасне замішування тіста до 15 с. обумовлено прагненням знизити ступінь набрякання білків клейковини. Більш тривале замішування тіста приводить до збільшення його густини та пружності (затягування).

Для приготування бісквітного напівфабрикату рекомендується використовувати борошно з середнім вмістом 25,0...28,0 % слабкої клейковини. У цьому випадку напівфабрикат має кращі структурно-механічні характеристики (стислість м'якушки, питомий об'єм, пористість) порівняно з виробами, виготовленими за додавання борошна з сильною клейковиною.

У США борошно для бісквітів оброблюють хлором для модифікації його структурних компонентів. Такі вироби мають білосніжний колір, проте під час просочування сиропом перетворюються на кашоподібну масу [40].

Для зниження масової частки клейковини до борошна додають картопляний крохмаль (20% його маси). Проте, за деякими даними [41], збільшення вмісту крохмалю до 25,0 % і більше призводить до погіршення

якості готового бісквіту. Під час використання борошна з низьким вмістом клейковини рекомендується виключати з рецептури крохмаль.

Якість бісквіта суттєво підвищується у разі додавання високоамілопектинового крохмалю в кількості 8...15 % до маси борошна [42, 43]. Фахівці вважають, що достатньо перспективними добавками до бісквітного напівфабрикату можуть бути модифіковані крохмалі (гідролізований, окислений, фосфатний і набрякаючий), які також здатні покращувати його якість [43 – 45].

На структурно-механічні і фізико-хімічні властивості бісквітного тіста і випеченого напівфабрикату суттєво впливає спосіб його отримання і апаратне оформлення процесу. Тривалість збивання яєчно-цукрової суміші – важливий технологічний чинник, що забезпечує максимальну збитість пінної системи. Перевищення часу збивання приводить до погіршення якості піни, яке проявляється в зниженні її об'єму та підвищенні густини [21, 24, 40].

Тісто для бісквітного напівфабрикату може виготовлятися як періодичним, так і безперервним способами. Залежно від цього розрізняються і технологічні параметри його приготування. Частота обертів робочих органів збивальних машин може коливатися від 250 до 500 об/хв., температура – від 10 до 50 °С, надмірний тиск – від 0,05 до 0,15 МПа [46].

На кондитерських підприємствах бісквітне тісто готують у збивальних машинах з вертикально та горизонтально розташованими робочими органами (вінчики різної конфігурації). Недоліком використання машин горизонтального типу є відсутність складного руху вінчику, що збільшує тривалість отримання збитої маси [47, 48].

Приготування бісквітного тіста під тиском у машинах періодичної дії дозволяє інтенсифікувати процес його збивання за рахунок примусового насичення суміші повітрям. Але таке тісто має високу густину 560...580 кг/м³, а випечений напівфабрикат – великі нерівномірні пори [34, 35].

Поліпшити якість бісквіта можна шляхом насичення яєчних продуктів повітрям, яке барботується через масу продукту перед введенням цукру [36].

Досягнення хорошої збитості яєчно-цукрової суміші забезпечується за рахунок підвищення швидкості збивання, її варіювання, вдосконалення конфігурації робочих органів тощо. Комплект обладнання марки А2-ШКП виробництва ВАТ «Укрніпродмаш» дозволяє отримувати аеровані маси стабільної якості [47]. Застосування сучасного обладнання (збивальних машин та універсальних міксерів) провідних фірм Італії 16 («Conti», «Pietroberto», «Starmix»), Німеччини («Mondomix»), Данії («Bear»), Японії («Masdac»), Польщі («Jeremy») також дозволяє досягти заданих технологічних параметрів збитої маси [48]. Безперервні, а особливо однофазні способи приготування бісквітного тіста вимагають обов'язкового використання ПАР, які здатні знижувати поверхневий натяг на межі розділу фаз [49, 50].

Структура бісквітного напівфабрикату значною мірою формується під час випікання, коли за високої температури відбувається перенесення тепла і активне випаровування вологи. Динаміка тепломасообмінних процесів має особливості, які полягають у швидкому прогріванні тістової заготовки за рахунок інтенсивного переміщення тепла з поверхневих шарів у центральні [51].

Параметри випікання бісквітного тіста коливаються в певному інтервалі та залежать від маси, товщини і вологості заготовки, конструктивних особливостей пекарної камери, а також рецептурного складу цього виду тіста, яке відрізняється від інших високим вмістом білкових речовин. Враховуючи дані термічного аналізу процесу випікання бісквітного тіста [52], денатурація білків розпочинається раніше ніж клейстеризація крохмалю, що і обумовлює особливості цього процесу. Традиційно його випікають за температури 195... 200°C протягом (50...55)×60с або 205...225°C – (40...45)×60с (за товщини заготовки 30...40 мм) та 200...220°C впродовж (10...15)×60с (за товщини 7...10 мм) [35, 43].

Випечений бісквітний напівфабрикат охолоджують (20...30)×60с та піддають вистоюванню протягом (8...10) ×60 с, під час якого відбувається деяке зниження вологості та визрівання напівфабрикату. У разі використання

для оздоблення теплого бісквіта без вистоювання він під час розрізання кришиться і заминається, а за умов просочення сиропом деформується.

Таким чином, аналіз особливостей отримання бісквітного тіста показує, що воно є складною піноподібною системою, яка здатна до руйнування протягом короткого часу і потребує підвищення її стійкості. Це вимагає детального розгляду наукових принципів регулювання фізико-хімічних параметрів отримання і стабілізації пінної системи.

Огляд патентної та наукової інформації засвідчує, що основні напрями розвитку технологій напівфабрикатів збивних випечених кондитерських одним із представників яких є бісквітний: збільшення біологічної цінності за рахунок використання нової сировини, зниження калорійності за рахунок зменшення вмісту цукру, розширення асортименту, зниження собівартості, збільшення терміну зберігання, розробка сухих сумішей для скорочення та спрощення технологічного процесу, модифікація білка шляхом ферментації для збільшення піноутворюючої здатності та стійкості піни.

Авторами [53] запропоновано вирішення завдання підвищення якості бісквітних напівфабрикатів в результаті заміни одного з основних компонентів (меланж) альбуміном. Поставлена задача вирішується внаслідок зміни технологічних властивостей ферментативної модифікації альбуміну сухого при використанні його в якості піноутворювача, щоб наблизити його за технологічними характеристиками до нативного білку (ПЗ досягає 452 %, СП становить 90 %) і підвищити ефективність його використання при виробництві бісквітних напівфабрикатів.

Вченими [54] розроблено технологію бісквітного напівфабрикату, який включає приготування яєчно-цукрової збивної маси, змішування з борошном, випікання, охолодження та визрівання, який відрізняється тим, що на етапі одержання яєчно-цукрової збитої маси додають покращувачі структури – 0,4-1,0 % гліцерину і 0,3-0,8 % ацетату або цитрату натрію, а як борошняну сировину використовують суміш із борошна високого виходу або цільно-змеленого зерна різних злаків – ячменю або гречки або тритікале і пшеничного

борошна вищого ґатунку або без нього. Дана технологія дозволяє розширити асортимент напівфабрикатів на основі бісквітного напівфабрикату, покращити структуру готового виробу, збільшити біологічну цінність, тривалість зберігання.

Науковцями [55] розроблено технологію композитної суміші для приготування бісквітного напівфабрикату, особливістю якого є заміна одного з головних інгредієнтів – меланжу яєчного, та введення додаткового компоненту – пастоподібного емульгатора Dimodan. Як заміник меланжу використовується альбумін сухий. Така технологія дозволяє забезпечити зменшення собівартості продукту.

Авторами [56] запропоновано вирішення завдання зі створення композиції для приготування масляного бісквітного напівфабрикату, в якому шляхом введення додаткових компонентів збільшити строк зберігання бісквітних виробів. Поставлена задача вирішується тим, що в склад композиції інгредієнтів для приготування масляного бісквітного напівфабрикату, що містить борошно пшеничне вищого сорту 16,0...16,8 %, меланж 47,1...50,7 %, цукор білий 21,1...22,3 %, масло вершкове 4,9...5,8 %, какао 2,8...3,9 %, додатково додаються мікрокристалічна целюлоза 0,08...0,25 %, пастоподібний емульгатор Dimodan 2,0...3,5 %, вода (решта).

Авторами [57] запропоновано вирішення завдання зі створення композиції для приготування бісквітного напівфабрикату, в якому шляхом додаткового компонента та кількісного співвідношення компонентів, забезпечити підвищення харчової цінності та органолептичних властивостей готового продукту. Поставлена задача вирішується тим, що в склад композиції інгредієнтів для приготування бісквітного напівфабрикату, що містить борошно пшеничне вищого сорту 20,0...22,5 %, крохмаль картопляний 5,1...5,8 %, меланж 44,5...46,1 %, цукор білий 26,1...27,6 %, есенцію 0,21...0,32 %, додатково додається борошно вівсяне 0,9...10,5 %.

Науковцями [58] розроблено технологію композитної суміші для приготування бісквітного напівфабрикату безглютенового, особливістю якого є

заміна одного з головних інгредієнтів – борошно пшеничне. Як замітник борошна пшеничного використовується борошно із гречаної крупи термічно необробленої. Така технологія дозволяє розширити асортимент напівфабрикатів на основі бісквітного напівфабрикату, створити напівфабрикат функціонального призначення для усіх верств населення, забезпечити зростання харчової цінності готового продукту.

Науковцями [59] розроблено новий напівфабрикат – «Активіта» (склад: цукор білий, яєчний білок, желюючі агенти, лимонна кислота), що є сухою порошкоподібною сумішшю для швидкого приготування. Технологія виробництва бісквіту на основі цієї суміші є простішою та менш тривалою.

Фірма «MVL» Канада пропонує для приготування бісквітного напівфабрикату суху суміш «Суміш для бісквітів», в якій роль піноутворювача виконує суміш, до складу якої входить моно- та дигліцериди жирних кислот (E471), та сода харчова, роль стабілізаторів та емульгаторів виконує суміш, до складу якої входить: ефіри полігліцеридів і жирних кислот (E475), пірофосфат натрію, кукурудзяний крохмаль, у якості ПАР виступає полісорбат 80 (E433). Недоліком даного продукту являється низька піноутворююча здатність [60].

Вченими [61] розроблено технологію бісквітного напівфабрикату, який включає приготування яєчно-цукрово-масляної збитої маси, замішування з борошняною сировиною, випікання, охолодження та вистоювання, який відрізняється тим, що на етапі замішування тіста як борошняну сировину використовують борошняну композицію, яка включає борошно тритікале і борошно ячмінне у співвідношенні 1:3 та добавки-покращувачі – 0,3 – 0,4 % хлориду натрію та 0,3 – 0,4 % ацетату натрію до маси всього борошна, яке використовується. Дана технологія дозволяє підвищити харчову цінність, вихід готових виробів та знизити собівартість продукції.

Авторами [62] запропоновано технологію бісквітного напівфабрикату оздоровчо-профілактичного призначення, яка дозволяє збагатити вироби вітамінами, мінеральними речовинами, клітковиною, пектиновими речовинами, поліненасиченими жирними кислотами та підвищити в них вміст білка.

Поставлена задача вирішується тим, що бісквітний напівфабрикат містить пшеничне борошно, цукор білий, яйця. Згідно з корисною моделлю додатково містить люпинове борошно при такому співвідношенні сировинних інгредієнтів: борошно пшеничне 23,0...21,0 %, цукор білий 32,0...34,0 %, яйця 38,0...40,0 %, борошно люпинове 5,0...7,0 %.

Авторами [63] розроблено технологію бісквітного напівфабрикату підвищеної смакової, харчової цінності, збагаченого мікроелементами, вітамінами. Поставлена задача вирішується тим, що бісквітний напівфабрикат містить борошно пшеничне вищого сорту, цукор білий кристалічний, яєчний білок, яєчний жовток, згідно з корисною моделлю, додатково містить порошок з кабачків, у такому співвідношенні : борошно пшеничне вищого сорту 14,33-17,10, цукор білий кристалічний 20,3...19,3 %, яєчний білок 30,6...29,6 %, яєчний жовток 25,8...24,0 %, порошок з кабачків 9,0...10,0 %.

Науковцями [64] запропоновано вирішення завдання з підвищення піноутворюючої здатності білків та піни з більш рівномірною дрібнопористою високодисперсною структурою. Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі виробництва бісквітного напівфабрикату, що включає підготовку сировини, збивання яєчної маси, з'єднання збивної маси з борошном та крохмалем, формування та випікання, згідно з корисною моделлю на стадії підготовки сировини проводиться ферментативний гідроліз яєчної маси (меланжу) за температури 18...20 °С протягом (20...30)×60с з використанням ферментних препаратів трипсину або пепсину в концентрації 0,008...0,02 %, які додають у вигляді водного розчину.

На основі аналізу науково-технічної та патентної інформації можна констатувати значну зацікавленість вчених в удосконаленні технології напівфабрикатів бісквітних як у вигляді рідких мас (тісто), так і сухих сумішей. Залежно від технологічного призначення удосконалення напівфабрикатів бісквітних визначається у забезпеченні високих функціонально-технологічних властивостей, підвищення харчової та біологічної цінності, збільшення термінів зберігання, зниження собівартості.

Однак слід відмітити, що питанню забезпечення технологічної стійкості та піноутворюючої здатності приділена недостатня увага, дані розрізнені, несистемні, часто використовуються ферментативний гідроліз та ферментативна модифікація білків яєць, що сприяє редукції технологічного процесу. Однією з умов утворення стабільної пінної структури є необхідність зниження поверхневого натягу рідини, яке досягається введенням у бісквітне тісто поверхнево-активних речовин (ПАР). Ці речовини часто виявляють суміжні технологічні функції піноутворювачів, стабілізаторів та емульгаторів і знаходять використання в технологіях різних збивних мас. Вищевикладене викликає науковий інтерес до вирішення питання забезпечення технологічної стійкості, збільшення піноутворюючої здатності за рахунок використання ПАР.

1.2 Теоретичні аспекти формування піноподібних та піноемульсійних харчових систем

Для визначення умов утворення та стабілізації піноподібних та піноемульсійних систем необхідно окремо розглянути чинники, що забезпечують утворення, стабілізацію та руйнування пін, емульсій та піноемульсій, що мають як спільні так і відмінні ознаки [65].

Піна являє собою дисперсну систему з бульбашок газу, розділених міжфазними адсорбційними шарами, що утворюється під час збивання. Дисперсія газу в рідині, в якій концентрація газу мала, а товщина рідких міжфазних адсорбційних шарів порівняно з розміром газових бульбашок значна, називається газовою емульсією або бульбашковою піною. Форма бульбашок в газовій емульсії сферична, причому бульбашки не зв'язані одна з одною. Рідини здатні утворювати піни, що складаються як з бульбашок кулястої форми (дисперсія повітряних бульбашок), так і з бульбашок, що мають форму багатогранника, розділених прошарками рідини [66].

Отримання піни можливе лише в присутності поверхнево-активних речовин або їх композицій. Їх введення значно змінює властивості газових

дисперсій і рідких міжфазних адсорбційних шарів: знижується поверхневий натяг на поверхні розділу «рідина-газ», полегшується диспергування газу і зменшується розмір бульбашок.

Важливою характеристикою піноподібних та піноемульсійних систем є їх дисперсність, тому що вона визначає більшість властивостей і процесів, що відбуваються в них, оскільки кінетика зміни дисперсності відображає швидкість внутрішнього руйнування в результаті коалесценції і дифузії газу. За Б.В. Дерягіним найбільш повно дисперсність пін характеризується розподілом бульбашок за розмірами. На дисперсний склад піни істотний вплив чинять фізико-хімічні властивості піноутворюючого розчину (тип і концентрація ПАР, в'язкість і поверхневий натяг), а також спосіб отримання піни. Із збільшенням концентрації ПАР дисперсність піни, зазвичай, за всіх способів піноутворення, підвищується в результаті зниження поверхневого натягу розчину[67].

Дисперсна фаза харчових пін представлена великими, середніми і дрібними бульбашками. Вченими Л.А. Остроумовою та О.Ю. Просековим запропоновано наступні розмірні характеристики бульбашок:

- великі – розмір більшості бульбашок більше 80% від загального об'єму піни, що утворилася – 2,0...3,0 мм;
- середні – розмір більшості бульбашок більше 80% від загального об'єму піни, що утворилася – 0,1...2,0 мм;
- дрібні – розмір більшості бульбашок більше 80% від загального об'єму піни, що утворилася – менше 0,1 мм.

На межі розділу фаз, як правило, знаходиться ПАР, що представляє собою самостійне структурне утворення, що утворює безпосередній контакт з водною фазою. Поверхневі явища, що відбуваються в зоні контакту фаз, безпосередньо пов'язані з утворенням міжфазних адсорбційних шарів. Однією з важливих властивостей міжфазних адсорбційних шарів є поверхневий тиск P_n , який залежить від температури.

Введення молекул ПАР в міжфазну поверхню сприяє флоатації твердої гідрофобної частинки в міжфазній поверхні вода-повітря. Б.В. Дерягін

вказував, що неодмінною передумовою і характерною особливістю процесу флотації є утворення відмінного від нуля крайового кута змочування рідкою фазою поверхні дисперсної частинки [68].

Утворення міжфазної поверхні рідина-газ відбувається за неминучого розриву безперервного дисперсного середовища з одночасним заповненням її газом, незалежно від її виду (вільної поверхні рідини, поверхні повітряних бульбашок, крапель, струменів, кавітаційних порожнин). Будь-яке збільшення розміру кожної з цих видів міжфазної поверхні, що супроводжується новоутворенням, повинно приводити до флотації додаткової кількості ПАР. З іншого боку, будь-яке зменшення міжфазної поверхні (коалесценція бульбашок, злиття струменів) повинно відповідати підвищенню в ній концентрації флотуючої ПАР. Описані різними авторами поверхневі явища мають місце також під час одержання як пін, так і піноемulsionних систем.

Піни можуть мати рідке або тверде дисперсійне середовище. Стійкість і стабілізація мають важливе практичне значення для пін з рідким дисперсійним середовищем. Як для всіх дисперсних систем з таким середовищем, так і для пін характерні термодинамічні та кінетичні чинники стійкості. Стійкість пін визначається, головним чином, гідродинамічним чинником та відповідними властивостями системи. Під стійкістю піни в загальному випадку розуміють її здатність зберігати незмінними в часі основні параметри: дисперсність повітряної фази, вміст рідини та об'єм піни в цілому [69].

Вченими [70] встановлено, що природна полідисперсність бульбашок, заповнених повітрям, призводить до підвищення тиску всередині малих бульбашок, а отже, до дифузії повітря через міжфазні адсорбційні шари з малих бульбашок у великі. Ці самочинні процеси ведуть до зменшення дисперсності і руйнування її як дисперсної системи. Піни володіють тільки відносною стійкістю, яка поділяється на два види: кінетична (седиментаційна) і агрегативна стійкість.

Седиментаційною стійкістю називається здатність системи бути незмінною у часі та зберігати розподіл частинок дисперсної фази в об'ємі

системи, тобто здатність системи протистояти силі тяжіння. Порушення седиментаційної стійкості пін пов'язано з процесом мимовільного витікання рідини в міжфазних адсорбційних шарах піни, що приводить до її витонченості і, зрештою, до розриву.

Основним параметром, що характеризує агрегативну стійкість пін, є швидкість зменшення в одиниці об'єму піни питомої поверхні або збільшення розмірів бульбашок. За агрегативну стійкість приймають величину, зворотну швидкості зниження питомої поверхні або збільшення середнього розміру бульбашки.

Під час розглядання такої характеристики як стійкість не можна не звернути уваги на те, що вона залежить від значної кількості чинників, які можна розділити на три групи.

До першої групи належать чинники, що пов'язані з властивостями піноутворювача.

У другу групу входять чинники, пов'язані з властивостями дисперсійного середовища, які характеризуються наступними параметрами:

- в'язкістю – чим вона вище, тим стійкіша піна;
- рН;
- наявністю жирової фази;
- наявністю в рідині низькомолекулярних електролітів.

Третя група - це чинники, що пов'язані із впливом зовнішнього середовища:

- температура;
- випаровування рідини з піни;
- механічний вплив.

Наявність та вид жиру в жировмісних продуктах може як негативно, так і позитивно впливати на процес піноутворення та стійкість піни, що залежить не тільки від кількості жиру, а й величини жирових кульок, а також від агрегатного стану жиру. Так, наприклад, під час одержання піноемульсійних систем використання твердих жирів сприяє підвищенню піноутворюючої

здатності та стійкості піни. Перш за все це пов'язано із стабілізацією піни за рахунок адгезії твердих жирових часточок на бульбашках повітря. Додавання в піноподібні системи на основі білкової сировини, рослинних ненасичених жирів сприяє зменшенню піноутворюючої здатності та стійкості піни, що пов'язано з руйнуванням піни й полягає в її здатності інтенсивно витіснити білок з межі розділу фаз і викликати розрив міжфазних адсорбційних шарів. В даному випадку олія виступає піногасником.

Автори [71] вважають, що з підвищенням вмісту жирової фази у піноемульсійних системах збільшується загальний об'єм повітряної дисперсії, що побічно вказує на участь жирових кульок в стабілізації повітряних бульбашок. Також відбувається зсув максимуму піноутворення в більш пізню стадію збивання, що, ймовірно, пов'язано з підвищенням в'язкості системи. Вплив інших чинників на об'єм повітряної дисперсії виявляє зв'язок з дестабілізацією жирової дисперсії. Зменшення ступеня дестабілізації з підвищенням температури збивання призводить до зменшення об'єму піни. Збільшення ступеня дестабілізації емульсій в результаті більш тривалої витримки охолоджених жировмісних емульсійних продуктів та підвищення кислотності призводить до збільшення об'єму піни.

Вченими [72] встановлено, що повітряна фаза піноемульсійних продуктів під час збивання зазнає значних змін в результаті механічного впливу за перемішування. Середній діаметр повітряних бульбашок, що становить в перші п'ять хвилин 100...150 мкм, поступово зменшується до 50...70 мкм приблизно до середини тривалості процесу і надалі збільшується в середньому на 20 мкм до моменту руйнування піни.

Під час збивання емульсійних систем протікають процеси об'єднання розрізаних жирових частинок в агрегати. Процес агрегації жирових частинок відбувається як на поверхні розділу вода-повітря, так і в об'ємі систем. Початковою стадією агрегації є залучення гідрофобізованих жирових кульок в поверхню розділу фаз (флотація). Автори вважають, що агрегація жирових кульок в об'ємній фазі відбувається, в основному, не внаслідок простих

зіткнень їх один з одним, а під час активного введення повітряних бульбашок та флотування ними жирових кульок.

На думку авторів [73] процес агрегації жирових частинок у водній фазі складається з двох послідовних стадій: флокуляції жирових кульок зі збереженими, хоча і дещо зміненими оболонками та агрегації гліцеридних ядер жирових кульок. Що стосується величини структурно-механічного бар'єру, яку повинні подолати зближуючі жирові кульки на стадії агрегації, то вона визначатиметься ступенем руйнування нативної структури оболонки, яке відбувається у процесі збивання.

Першою стадією агрегації жирових бульбашок в поверхні розділу вода-повітря є їх флотація повітряними бульбашками. Основною передумовою здійснення цього процесу є гідрофобність поверхні жирових частинок. Процес гідрофобізації поверхонь жирових кульок відбувається на всіх стадіях одержання емульсійних систем, підготовки їх до збивання та продовжується під час збивання й пов'язаний з втратою оболонки найбільш гідрофільних компонентів. У міру їх видалення поверхня оболонки (поверхня жирової кульки) більш вираженого гідрофобного характеру. В результаті на поверхні оболонки набуває мозаїчної структури, в якій переміщуються гідрофобні і гідрофільні ділянки, які мають різний характер взаємодії з молекулами навколишньої водної фази. Таким чином, процес збивання емульсійних систем залежить від початкового розміру жирових кульок та укрупнення частинок жирової фази.

Піноутворююча здатність та стійкість пінних та піноемульсійних систем залежить від функціональних властивостей ПАР, а саме міжфазної взаємодії між ПАР та водою, білками, вуглеводами та жирами, а також впливу ПАР на реологічні властивості харчових продуктів [74].

Міжфазні взаємодії між білками та ПАР на межі розділу фаз вода-олія відіграють важливу роль для стабільності емульсій, контролю ступеня дестабілізації і формування текстури піноемульсійних дисперсних систем. Взаємодія між ПАР та кристалами жиру перешкоджають рекристалізації жиру.

Функції харчових ПАР визначаються хімічним складом, що обумовлює гідрофільні і гідрофобні властивості молекул. Більшість ПАР характеризуються відносно слабкою полярністю і розчиняються в оліях, але не диспергуються в воді. Їх молекули адсорбуються на поверхні розділу фаз, позитивно чи негативно впливаючи на стабільність емульсії, або впливають на процес кристалізації жирів. ПАР, що володіють більш вираженими гідрофільними властивостями в зв'язку з аніонними властивостями або наявністю в молекулах більш великої полярної групи, можуть диспергуватися у воді. Такі ПАР адсорбуються на поверхні розділу фаз вода-олія або взаємодіють на поверхні розділу фаз з іншими компонентами харчових продуктів, наприклад білками.

Білки та ПАР конкурують в процесах міжфазної адсорбції. Фактичний склад міжфазних адсорбційних шарів залежить від хімічної структури і відносних концентрацій білків та ПАР. Наявність ПАР спричиняє вплив на адсорбовані білки, в багатьох випадках витісняючи їх з поверхні розділу фаз, що сприяє процесу піноутворення білків в емульсійних системах.

Вченими [75] встановлено, що неіонні гідрофільні ПАР, найефективніше витісняють білки з поверхні розділу фаз за температури 15...25°C в порівнянні з більш гідрофобними неіонними ПАР, наприклад, моногліцеридами. Встановлено, що вплив на адсорбований білок залежить від концентрації ПАР. За низької концентрації, ПАР практично не впливає на кількість білка, адсорбованого на поверхні, тоді як збільшення концентрації сприяє майже повному витісненню білка з поверхні розділу фаз, що призводить до значного зниження стабільності емульсії.

Автори [76] вважають, що незважаючи на те, що ліпофільні ПАР менш ефективно витісняють білок з поверхні розділу фаз, під час спільного використання ліпофільних та гідрофільних ПАР має місце синергетичне витіснення білка.

Вченими [77] встановлено, що білки, адсорбуючись на поверхні жирової фази, утворюють окремі ділянки вкриті білком. За низької концентрації ПАР формуються змішані міжфазні адсорбційні шари, що складаються з

адсорбованих ПАР та білків. ПАР здатні адсорбуватися, вбудовуючись між ділянками гідрофобних частин білкових молекул. Це пояснює, чому низькі співвідношення ПАР:білок не викликають десорбції білків. Більш того, низькі концентрації моногліцеридів можуть посилити адсорбцію білків на поверхні розділу фаз. Адсорбовані ПАР створюють досить високий поверхневий тиск, міжфазні адсорбційні шари скупчуються, що призводить до потовщення білкового шару, потім ділянки міжфазних адсорбційних шарів остаточно витісняються в водну фазу у вигляді білкових агрегатів.

Ефективність витіснення білка з поверхні розділу фаз конкретним ПАР істотно залежить від спорідненості ПАР до поверхні розділу фаз. Для багатьох ПАР ліпідної природи цей процес залежить від температури. Слабополярні ПАР (моногліцериди – E471), в невеликих кількостях, за високої температури (вище за 70°C) збільшують кількість білка, що адсорбується на поверхні. Зниження адсорбції білків відбувається за більш високих концентрацій. Автори вважають, що дигліцериди (E471) не чинять ніякого впливу на адсорбцію або витіснення білків. Авторами встановлено, що в температурному інтервалі 10... 40°C насичені та ненасичені моногліцериди (E471) знижують міжфазний натяг більше, ніж білок. Це пов'язано з утворенням змішаних міжфазних адсорбційних шарів ПАР-білок. За температури нижче 10°C проявляється відмінність між насиченими та ненасиченими моногліцеридами: насичені, на відміну від ненасичених, зумовлюють значне зниження міжфазного натягу. Різниця у впливі насичених і ненасичених моногліцеридів на міжфазний натяг за низьких температур пояснюється кристалізацією ПАР - насичені моногліцериди мають більш високі температури точки Крафта, ніж ненасичені.

ПАР з більш вираженими гідрофобними властивостями насичені моно- та дигліцериди, лецитин і полісорбати, сильніше знижують міжфазний натяг завдяки своїй гідрофобності. Крім того, їх вплив на міжфазний натяг менше залежить від температури. Більш значне зниження поверхневого натягу обумовлено вищою адсорбцією ПАР на поверхні розділу фаз, внаслідок чого з

неї витісняється більша кількість білка. Однак у харчових емульсіях, для яких характерні високі концентрації білка, його повного витіснення не відбувається.

За певних умов дестабілізація жирової фази, що має значення для піноемульсій, може досягатися шляхом внесення ПАР різних полярностей. Дестабілізація включає в себе кілька фізичних змін, що протікають в емульсії, зокрема, часткову десорбцію міжфазного білка та кристалізацію жирової фази. Обидва ці процеси сприяють зниженню стабільності емульсії під час механічного впливу. Відомо, що кристалізація жиру потрібна для досягнення часткової коалесценції. Додавання різних ПАР може впливати на ступінь кристалізації жиру і форму утворених кристалів жиру. В присутності води насичені та ненасичені ПАР сприяють утворенню різних кристалів жиру. Як в модельних системах, так і в харчових піноемульсійних системах застосування ненасичених моногліцеридів призводить до утворення великих, багатограних кристалів жиру, а насичені моногліцериди забезпечують формування менш великих, але більш однаково структурованих кристалів жиру.

Вченими [67, 69] встановлено, що під час збивання емульсій має місце часткова десорбція білка. Для початку процесу флокуляції жирових кульок, витіснення білка з поверхні жирових кульок не є обов'язковою вимогою. Таким чином, для часткової дестабілізації емульсії, що необхідно для отримання піноемульсій, більш важливим може бути вплив ПАР на реологічні властивості міжфазних адсорбційних шарів, ніж їх здатність витіснити білок. Вченими встановлено, що ненасичені моногліцериди більшою мірою полегшують дестабілізацію ніж насичені.

Функцією ПАР в піноподібних та піноемульсійних системах є посилення дестабілізації емульсії, яку ініціює механічний вплив, що призводить до утворення агломератів частинок жиру. Під час аерації агломерати утворюють міцну структуру навколо повітряних бульбашок та між ними, тим самим стабілізуючи піну. З метою досягнення необхідних показників піноутворення, стійкості та текстури готового продукту, важливими є функціональні характеристики ПАР, пов'язані з дестабілізацією та агрегуванням жирової фази

у піноподібних системах та піноемульсіях. Агломерація жирової фази підвищує стабільність і ступінь збитості піноподібних та піноемульсійних систем.

В цілому взаємодії жир-ПАР-білок, що відбуваються на поверхні розділу вода-повітря в різних піноподібних та піноемульсійних системах, можна розглядати як загальний механізм стабілізації бульбашок повітря в різних харчових системах. Вченими встановлено, що моностеарат пропіленгліколю (E477) дає можливість отримати піноподібну систему з високими показниками піноутворюючої здатності, але відносно м'яку та нестійку піну.

Авторами [78] встановлено, що додавання ненасичених моногліцеридів дозволяє отримати піноемульсійні системи з високою піноутворюючою здатністю, високою дисперсністю повітряної фази, що мають щільну текстуру, в той час як за використання насичених моногліцеридів - м'які піноемульсійні системи з невеликою кількістю великих бульбашок повітря, які частково осідають під час зберігання.

У роботах вченими встановлено, що під час відновлення та збивання сухих жировмісних сумішей, ПАР відіграють важливу роль у дестабілізації емульсії, тоді як білок необхідний для надання початкової стабільності емульсії вода-олія. Відновлені збиті системи стабілізуються переважно за рахунок наявності кристалічного жиру на міжфазі вода-повітря.

З вищевикладеного випливає, що в основі утворення та стабілізації піноподібних та піноемульсійних систем значну роль відіграють низькомолекулярні ПАР та білки, але інформація щодо їх застосування суперечлива. Відсутня достатня кількість характеристик за яких отримано закономірності поведінки систем, зокрема, температура, вміст білків, поверхнево-активні речовини, їх співвідношення та порядок введення компонентів.

1.3 Перспективи використання низькомолекулярних поверхнево-активних речовин в технології піноподібної та піноемультсійної продукції

В результаті узагальнення та аналізу стану наукових основ та практичних реалізацій технологій вітчизняної та зарубіжної харчової промисловості, існуючих тенденцій в області виробництва молочних коктейлів, напівфабрикату суфле, напівфабрикатів збивних випечених кондитерських, намітилися основні напрямки вдосконалення технології: зниження енерговитрат, підвищення технологічних властивостей напівфабрикату.

Вибір ПАР для піноподібної молочної продукції (молочних коктейлів) базується на декількох принципах. По-перше, ПАР повинні забезпечити утворення стабільної системи. По-друге, забезпечити високу ПЗ та СП, що дозволить зберігати початкові показники пін впродовж всього терміну реалізації продукту. По-третє, піноутворювач не повинен змінювати свої функціональні властивості за результатами зміни хімічного та колоїдного стану наповнювачів, які забезпечують асортимент продукції.

При утворенні пін у присутності ПАР та білків адсорбційний шар ПАР змінює структуру поверхні міжфазної межі, підвищуючи механічну міцність та перешкоджаючи зменшенню товщини пінних плівок. Таким чином, час існування піни збільшується. У присутності низькомолекулярних ПАР стійкість пін підвищується пропорційно концентрації ПАР [65, 67].

Для отримання стійких пін рідка фаза повинна містити мінімум два компоненти, один з яких має поверхнево-активні властивості і здатний адсорбуватися на міжфазній поверхні.

Із збільшенням концентрації ПАР піноутворення розчинів спочатку зазвичай збільшується до максимального значення, потім залишається практично постійним аж до межі розчинності ПАР або знижується.

Стабілізація піноемультсійних систем зводиться до утворення на поверхні крапель структурних гелеподібних шарів, що володіють високою структурною в'язкістю, пружністю і міцністю при одночасній сольватації поверхні таких

оболонки дисперсійним середовищем. Для їх стабілізації поряд з високою в'язкістю і міцністю адсорбційна плівка повинна бути легко рухлива і швидко відновлюватися при випадкових розривах. Для одержання стійких піноемульсійних систем ПАР повинні мати одночасно поверхневу активність і здатність утворювати структуровані колоїдно-адсорбційні шари. Низькомолекулярні ПАР тільки знижують поверхневий натяг на межі розділу фаз, але не створюють колоїдно-адсорбційних шарів гелеподібної структури, не забезпечують стабілізацію гетерогенних систем. Стабілізація досягається шляхом введення колоїдних ПАР, зокрема, білків. Вивчення спільного впливу речовин, що володіють різною поверхневою активністю, дозволили стабілізувати гетерогенні системи комбінованими емульгаторами. Сутність такої стабілізації зводиться до того, що за визначеного співвідношення двох або більше ПАР, основний стабілізатор хоча частково і витісняється з міжфазної поверхні речовиною, поверхнево більш активною, але не в такому ступені, щоб порушити механічну міцність оболонки. Такі адсорбційні оболонки легко рухливі і мають високу здатність до самовідновлення, що забезпечує стабілізацію піноемульсійних систем [40].

Враховуючи вище приведені принципи для дослідження обрано наступні ПАР:

– E471: харчова добавка позначає ряд моногліцеридів і дигліцеридів жирних кислот. Застосовується в харчовій промисловості, як добавка емульгатор-стабілізатор. Має натуральне походження. Отримується дана добавка шляхом переетерифікації жирів при наявності вільного гліцерину. Молекулярної дистиляцією можна відокремити моногліцериди, підвищивши їх вміст у суміші до 90-95%. Домішки: нейтральні жири, вільний гліцерин, вільні жирні кислоти, складні ефіри полігліцерина. E471 використовується у харчовій промисловості для змішування «незмішуваних» рідин (приклад: змішування води та олії). Найбільш часто застосовується при виробництві маргарину, морозива, майонезів, йогуртів та інших продуктів з високим вмістом жирів. Добавка E471 відноситься до групи натуральних безпечних добавок [52, 55].

– E472e: Добавка E472e має структуру масла або воску жовтого або коричневого кольору, що володіють сильним запахом оцту і відповідним смаком. Отримують шляхом взаємодії ацетангідриду з винною кислотою і подальшої етерифікацією отриманого моногліцериду з надлишком ацетангідридом. Допустимі домішки: Ацетин і гліцерин вільний, кислота оцтова, ефіри моноацетилвинної кислоти. Добавка E472e використовується в твердих сортах хліба, печиві, розчинних кавових напоях, морозиві. Вона надає однорідність, в'язкість і пластичність різним харчовим продуктам.

– E472b: Ефіри штучних жирів, виробляються з гліцерину, натуральних жирних кислот та інших органічних кислот (оцтової, молочної, винної, лимонної). Жирні кислоти в основному рослинного походження, проте також можуть використовуватися тваринні жири. Продукт по суті є сумішшю різних речовин, з будовою, схожим з частково засвоєним натуральним жиром, етерифікований з іншими натуральними жирами [57, 59].

– E481: Лактилат натрію вважається стабілізатором зберігає в'язкість і поліпшує консистенцію харчових продуктів. Добавка E481 це один з видів ефіру жирних кислот і може використовуватися як емульгатор. Добавка має структуру маслянистої речовини або м'якого воску світло жовтого кольору. Добавка E481 є комбінацією молочної і стеаринової кислот. Джерелом кислоти стеаринової служать рослинні масла, хоча на практиці часто використовуються і тваринні жири. Процес технологічної реакції добавки E481 дозволяє якісно покращувати переробку сировини. Завдяки цим властивостям значно поліпшуються якості збивання тіста, морозива, десертів, маргарину. Добавка застосовується при виробництві сухих вершків для кави та соусів. А так само здатна продовжити життєдіяльність дріжджових клітин.

– E322: Найбільш часто добавка E322 застосовується в якості емульгатора при виробництві маргаринів, молочних продуктів, хлібобулочних виробів, шоколадних виробів і глазури [61]. При додаванні до харчових продуктів лецитин:

- утворює комплекси з важкими металами, підсилюючи дію антиоксидантів (0,1-0,5%);
- стабілізує краплі жиру у емульсіях, що містять яєчний білок, оточуючи їх захисним шаром (0,2-1%);
- при замісі тіста підсилює дію пшеничного глютену та укріплює таким чином клейковину, чим робить тісто більш пластичним, покращує пропікання та сповільнює черствіння (0,3-0,8 від ваги борошна);
- впливає на кристалічну структуру та властивості текучості частково розплавлених жирів. (0,2-0,4%)
- регулює змочуваність порошків та гранулятів, прискорюючи їх розчинність, наприклад сухого молока, сухих напоїв та какао порошку (0,2-1%).

В технології напівфабрикату суфле та шоколадного бісквітного напівфабрикату чинником, що призводить до зниження показників якості, є жир, а саме какао-масло яке виділяється при нагріванні шоколаду. Це дає підстави стверджувати про необхідність забезпечення технологічного впливу на жирову фазу з метою мінімізації їх негативного впливу на піноутворення та стійкість піни. Для зменшення негативного впливу збурюючих чинників напрацьовано практичні підходи з підвищення показників якості піноподібної продукції в присутності гідрофобних частинок. Це, зокрема, введення борошна в технології бісквітів з метою підвищення в'язкості та зменшення вільного переміщення гідрофобних частинок, однак, додаткове введення вершкового масла (масляний бісквіт) призводить до зниження піноутворюючої здатності та стійкості піни.

Для мінімізації негативного впливу жирової сировини в технології напівфабрикатів суфле та збивних випечених кондитерських реалізується принцип мінімального контакту жирової сировини з піною до її фіксації під час теплової обробки. За цього принципу жировмісна сировина вводиться після одержання піни, нетривалий час переміщується з мінімальною механічною дією на систему.

Асортимент напівфабрикатів суфле та збивних випечених кондитерських, що містять жировмісну сировину, незначний, тому що введення додаткової кількості наповнювачів, таких як шоколад, масло вершкове та інші призводить до зниження стійкості піни.

Жир сприяє руйнуванню піни за рахунок десорбції білків з поверхні розділу фаз вода-повітря та для сольобілізації введених гідрофобних частинок.

Ймовірно, запобігти цьому можливо шляхом гідрофілізації гідрофобних частинок, підвищення в'язкості дисперсійного середовища, що сприяє зменшенню десорбції білка та забезпечуватиме стійкість піни в присутності жиру. Забезпечення гідрофілізації можливо за рахунок використання поверхнево-активних речовин; підвищенням в'язкості можна досягти варіюванням вмісту білків, введення цукру, стабілізаторів. Стабілізатори з поверхнево-активними властивостями можуть виступати як флокуляційні агенти, які здатні утримувати тверді частинки в дисперсійному середовищі, знижуючи їх негативний вплив на стійкість піни.

У зв'язку з вищевикладеним, актуальним є завдання регулювання органолептичних та фізико-хімічних властивостей напівфабрикатів збивних випечених кондитерських шляхом використання ПАР та стабілізаторів з метою забезпечення збільшення піноутворення, стійкості піни, гідрофілізації жирових часток, як необхідних чинників забезпечення механічної міцності піноподібних систем. Аналіз літературних даних та постановка проблеми в роботах вітчизняних та закордонних вчених відзначено, що одним із вагомих чинників стабілізації стійкості піноподібних систем є структурно-механічний, який досягається збільшенням механічної міцності піноподібних систем. Забезпечення механічної міцності піноподібних систем здійснюється шляхом використання низькомолекулярних ПАР та стабілізаторів. Для піноподібних систем необхідним є регулювання міцності міжфазних адсорбційних шарів, що впливає на механічну міцність. Зокрема, на етапі збивання важливим є зменшення міцності МАШ на межі розділу фаз вода-жир, здатних підвищувати механічну міцність за рахунок часткової коалесценції жирових частинок з

формуванням адсорбційного шару [27, 28]. Реалізація функціональних властивостей стабілізаторів сприяє підвищенню стабілізації та механічної міцності пін за рахунок підвищення в'язкості, яка сприяє сповільненню переміщення водної фази по каналам Плато-Гіббса [66, 79]. Проте, незважаючи на велику кількість експериментальних робіт, до цих пір не існує однозначного уявлення про взаємодію білково-вмісної сировини з ПАР та стабілізаторами в технології одержання піноподібної продукції. Досить часто зустрічаються суперечливі дані різних авторів щодо обґрунтування виду та вмісту ПАР.

На сьогоднішній день існує широкий асортимент ПАР (емульгаторів), призначених для виробництва харчових продуктів. Але з нього у виробництві напівфабрикатів суфле та збивних випечених кондитерських застосовується не більше однієї п'ятої. Найпопулярнішими з ПАР є моно- та дигліцериди жирних кислот (E471), ефіри гліцерину, жирних та органічних кислот (E472), лецитини (E322), амонійні солі фосфатидлової кислоти (E442), полісорбати, Твіни (E432...E436), ефіри сорбітану, Спени (E491–E496), стеароїллактати натрію (E481), стеароїллактати калію (E482). Кожен із цих ПАР має функціональні особливості, що визначають продукт, у якому вони будуть використовуватися [68].

Також серед ПАР існують речовини, які мають статус GRAS (Generally Recognized As Safe – визнані безпечними), та прямі харчові добавки, які можуть бути дозволені тільки в певних харчових продуктах за максимально низьких допустимих концентрацій.

Серед ПАР, що мають статус GRAS – лецитин (E322), моно та дигліцериди жирних кислот (E471), солі жирних кислот (E470) та еміри моно- та дигліцеридів жирних кислот з харчовими кислотами – оцтовою (E472a), молочною (E472b), винною (E472e), лимонною (E472c) [65].

Основним недоліком традиційної технології виробництва суфле та бісквіту шоколадного є низька стійкість піни, що викликано впливом шоколаду. Краплини шоколаду потрапляють у міжфазну поверхню вода-повітря і

знижують об'єм піни поліфазної дисперсної системи, що не дозволяє реалізувати виробництво бісквіту шоколадного індустріальними методами.

Виходячи з того, що перед випіканням шоколадний бісквіт являє собою поліфазну дисперсну систему, в якій є шоколадні частинки та диспергована повітряна фаза, що вимагає необхідності забезпечення технологічної стійкості цієї системи. Якість готових виробів перш за все визначається величиною піноутворюючої здатності та стійкості піни до видалення дисперсійного середовища (випікання).

Тому, базуючись на функціонально-технологічних властивостях бісквіту шоколадного та розроблених й експериментально обґрунтованих теоретичних моделях забезпечення технологічної стійкості систем з ПДС, стійкість можна забезпечити за теоретичною моделлю стеричної стабілізації. Для забезпечення технологічної стійкості ПДС шоколадного бісквіту необхідно забезпечити:

- відсутність флотації шоколадних частинок;
- високе граничне напруження зсуву міжфазних адсорбційних шарів на бульбашках повітря та шоколадних частинках.

Вирішення поставлених задач може бути досягнуто шляхом додаткового введення ПАР для зниження негативного впливу шоколадних частинок на стійкість піни, що підвищить керованість технологічного процесу. При утворенні пін у присутності ПАР та білків адсорбційний шар ПАР змінює структуру поверхні міжфазної межі, підвищуючи механічну міцність та перешкоджаючи зменшенню товщини пінних плівок. Таким чином, час існування піни збільшується. У присутності низькомолекулярних ПАР стійкість пін підвищується пропорційно концентрації ПАР [70].

Для отримання стійких пін рідка фаза повинна містити мінімум два компоненти, один з яких має поверхнево-активні властивості і здатний адсорбуватися на міжфазній поверхні. Із збільшенням концентрації ПАР піноутворення розчинів спочатку зазвичай збільшується до максимального значення, потім залишається практично постійним аж до межі розчинності ПАР або знижується.

Одержання шоколадного бісквіту може бути реалізовано введенням у яєчно-цукрову систему шоколадного порошку з використанням ПАР.

За умови введення в піну шоколаду для одержання шоколадного бісквіту забезпечення технологічної стійкості можливе за введення ПАР для забезпечення гідрофілізації шоколадних частинок.

Створення напівфабрикату шоколадний порошок для одержання шоколадного бісквіту може бути реалізовано шляхом нагрівання шоколаду з ПАР до температури 70...72 °С, (тобто реалізувати процес квазіемультгування) змішування з декстрозою та подрібнення. У зв'язку з цим перспективним є використання ПАР з високою температурою плавлення, тоді шоколадний бісквіт буде пористим, а шоколадні частинки не будуть флотувати та адсорбуватися на бульбашках повітря. Реалізація процесу збивання за температури вищої за температуру плавлення ПАР забезпечить: по-перше, необхідну кількість ПАР у дисперсійному середовищі для гідрофілізації шоколадних частинок; по-друге, зниження в'язкості середовища, що сприятиме кращому піноутворенню у присутності високого вмісту цукру в рецептурному складі.

Таким чином, наукове обґрунтування рецептурного складу та параметрів технологічного процесу забезпечить технологічну стійкість ПДС шоколадного бісквіту з послідовним створенням системи шляхом введення в яєчно-цукрову систему шоколадного порошку з ПАР та подальшого збивання.

Враховуючи вище приведені принципи для дослідження обрано наступний ПАР: E471.

РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ, ПРЕДМЕТИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Предмети та матеріали дослідження

Об'єкт дослідження – технологія молочного коктейлю, напівфабрикату суфле, бісквіту шоколадного з використанням низькомолекулярних ПАР.

Предметами дослідження в роботі є: модельні системи на основі білоквмісної молочної сировини, спреду солодковершкового, вершків 20% жирності, водні розчини ПАР з концентрацією 0,005...1,0%, що зазначені у таблиці 2.2, які отримували шляхом диспергування ПАР у воді за допомогою ультразвукового диспергатору УЗДН-2 протягом $(5...10) \times 60$ с за частоти 22 кГц. Розчин охолоджували до температури $20 \pm 1^\circ\text{C}$, молочні коктейлі, напівфабрикат суфле, десертна продукція, напівфабрикат збивний випечений кондитерський, бісквіт шоколадний.

Сировина та матеріали дослідження:

- молоко питне за ДСТУ 2661:2010 «Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови»;
- ПАР: E471, E472e, E472b, E481, E322 згідно з сертифікатом фірми виробника;
- стабілізатор – капа-карагінан згідно з сертифікатом фірми виробника;
 - яєчний білок за ДСТУ 8719:2017;
 - агар за діючою нормативною документацією;
 - шоколад 78% какао-продуктів ДСТУ 2984:2000;
 - цукор білий за ДСТУ 4623-2006;
 - спред солодковершковий за ДСТУ 4445:2005;
 - декстроза ДСТУ 4464:2005;
- меланж яєчний, згідно з чинними нормативними документами;
- мальтодекстрин згідно з сертифікатом фірми виробника;
- цукор білий ДСТУ 4623:2006;

- борошно пшеничне ДСТУ 46.004-99;
- вершки 20% жирності згідно з сертифікатом фірми виробника.

В рамках виконання науково-дослідної роботи використовували: молоко питне, хімічний склад, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якого наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 Хімічний склад, фізико-хімічні та мікробіологічні показники молока питного [11,12]

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
Масова частка сухих речовин	%	9,1...9,3
Масова частка жиру	%	0,5...3,5
Масова частка білку	%	2,8...2,9
Масова частка лактози	%	4,9...5,1
Масова частка органічних кислот в перерахунку на молочну	%	0,13...0,15
Масова частка мінеральних речовин, в т.ч.	%	0,6...0,8
калій	мг%	150...153
натрій	мг%	49...51
кальцій	мг%	119...121
магній	мг%	14...16
фосфор	мг%	88...91
Титруєма кислотність	Т	21,0...21,2
Активна кислотність	од.	6,4...6,6
Загальна кількість мезофільних аеробних та факультативних анаеробних мікроорганізмів в 1 г	од.	$5 \cdot 10^4$
Патогенні мікроорганізми, у т.ч. сальмонели в 25 г продукту	од.	не виявлено
Бактерії групи кишкової палички в 0,1 г продукту	од.	не виявлено

Також використовували шоколад з вмістом 78% какао-продуктів, хімічний склад якого наведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад шоколаду 78% какао-продуктів

Найменування показника	Значення показника
------------------------	--------------------

Масова частка жиру, %	42...43
Масова частка білку, %	10...10,2
Масова частка вуглеводів, %	24,9...25,1

Борошно пшеничне хлібопекарське в/г за ДСТУ 46.004-99. Характеристика партій борошна, що було використано в експериментальних дослідженнях наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Фізико-хімічні показники пшеничного борошна

Номер партії борошна	Показник якості			
	Кількість сирової клейковини, %	Стискаємість клейковини на приладі ІДК, од. пр	Розтяжність клейковини, см	Вологість борошна, %
1	23,0±1,0	80,0±2,0	11,5±0,3	13,5±0,3
2	25,0±1,0	85,0±3,0	12,5±0,3	13,7±0,3

Поверхнево-активні речовини (за сертифікатом фірми виробника, що дозволені до використання МОЗ України), які представлено ТОВ «РІАЛ» м. Запоріжжя. Фізико-хімічні показники наведено у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Характеристика поверхнево-активних речовин [68]

Найменування показника	Характеристика показника
1	2
Е471 (дистильований моногліцерид)	
Фізична форма	мікрогранули
Колір	білий
Додатково містить лимонну кислоту, %	0,02
Загальне число моногліцеридів, %	95
Вільний гліцерин, %	1,0
Кислотне число, мг КОН/г	3
Йодне число, I/100 г	3
Точка плавлення, °	66
Е472е (ефір діацетилвинної кислоти та моно- та дигліцеридів жирних кислот)	
Фізична форма	порошок
Колір	білий
Додатково містить карбонат натрію, %	20
Кислотне число, мг КОН/г	90
Йодне число, I/100 г	2

Е472b (ефір молочної кислоти і моно- та дигліцеридів жирних кислот)	
Фізична форма	порошок
Колір	білий
Число омилення, мг КОН/г	270
Кислотне число, мг КОН/г	4
Йодне число, I/100 г	3
Точка плавлення, °	46
Вміст молочної кислоти, %	20
Е322 (лецитин)	
Фізична форма	розчин
Колір	коричневий
Кислотне число, мг КОН/г	13,6
Вологість, %	0,1
Речовини нерозчинні в гексані, %	0,1
Речовини нерозчинні в ацетоні, %	73,7
Пероксидне число, мекв O ₂ /кг	0,1
Е481 натрій-стеароїл-лактилат	
Фізична форма	мікрогранули
Колір	кремовий
Загальна кількість молочної кислоти, %	32
Ефірне число, мг КОН/г	150
Кислотне число, мг КОН/г	80

Інша сировина та матеріали, які використовувалися в дослідженнях, за показниками якості та безпеки відповідали вимогам діючої в Україні нормативної документації чи сертифікатам якості фірм-виробників та дозволені до використання МОЗ України у складі харчових продуктів.

2.2 Методи дослідження

Відбір проб для визначення органолептичних, фізико-хімічних, показників напівфабрикату суфле проводили за ДСТУ 4834:2006 [81].

Піноутворюючу здатність поліфазних дисперсних модельних систем визначали за методом Лурьє [80]:

$$ПЗ = \frac{V_n}{V_p} \cdot 100 \quad (2.1)$$

де ПЗ піноутворююча здатність розчину, %;

V_n об'єм піни, мл;

V_p об'єм розчину до збивання, мл.

Стійкість піни в деяких дослідях визначали за формулою:

$$СП = \frac{V_n^n}{V_n} \cdot 100 \quad (2.2)$$

де СП стійкість піни, %;

V_n^n висота піни через $n = 15 \times 60$ с після збивання, мл;

V_n початкова висота піни, мл.

З урахуванням того, що в поліфазних дисперсних системах є декілька меж розділу фаз, визначали крайовий кут змочування шоколаду з ПАР гідрофільних та гідрофобних поверхонь. Це дозволяє прогнозувати міжфазну поведінку ПАР за наявності гідрофільних і гідрофобних поверхонь розділу фаз.

Крайовий кут змочування (θ або $\cos \theta$) як характеристика гідрофільності (гідрофобності) поверхні визначали як кут між дотичною АВ, проведеної до поверхні змочуючої рідини, і поверхнею твердого тіла АА, при цьому θ відраховували від дотичної в бік рідкої фази [81]. Дотичну проводили через точку дотику трьох фаз: твердої фази, розчину і повітря (рис. 2.1).

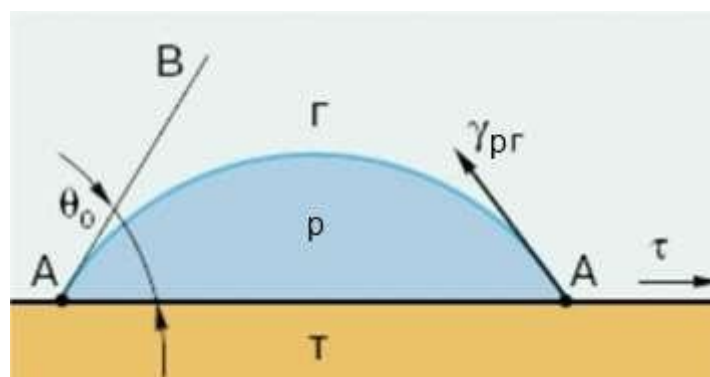


Рисунок 2.1 – Схема визначення крайового кута змочування θ краплі рідини (р) на твердій поверхні (τ); третя фаза – газ (г)

Фотографування крапель води здійснювали з використанням відео-мікроскопу Bresser JUNIOR. Отримані дані обробляли з використанням програмного забезпечення «Вимірник». Гідрофобну поверхню одержували нанесенням шоколаду з температурою плавлення 22...54°C на скло з забезпеченням рівного шару, як гідрофільну поверхню використовували тильну сторону шоколаду яка контактувала зі склом. Об'єм каплі становив 50 мкл.

Мікроскопіювання зразків для визначення середнього діаметра шоколадних частинок здійснювали за допомогою мікроскопа «Биола Р15» з цифровою камерою-окуляром ScoreTek DCM – 130 E 1.3Мр з одержання фотографій за допомогою програмного засобу Score Photo 3.0. Обробку даних мікрофотографій здійснювали автоматизовано за допомогою програмного засобу з відкритим вихідним кодом ImageJ 1.47.

Ступінь стискаємості м'якуша випечених напівфабрикатів досліджували на пенетрометрі за методикою, викладеною в інструкції до приладу.

Під час обробки результатів експериментів було використано наступні статистичні критерії: значимість коефіцієнтів регресії – критерій Ст'юдента. Для об'єктивної оцінки про ступінь достовірності отриманих даних проводили математичну обробку результатів досліджень. Під час математичної обробки результатів виробничих відпрацювань послідуочим значущим розрядом брали:

– при визначенні втрат в грамах: розряд грамів (максимальна помилка округлення $\pm 0,5\text{г}$);

– при визначенні втрат в %: розряд сотих часток проценту (максимальна помилка округлення $\pm 0,005\%$).

Проводили не менше п'яти паралельних дослідів, в яких знаходили середнє арифметичне за формулою:

$$\bar{Y}_k = \frac{Y_k}{n}, \quad (2.3)$$

де Y_k - сума значень окремого визначення;

n - число визначень.

При порівнянні результатів експериментальних даних враховували стандартні помилки дослідів (коефіцієнти варіації).

Середнє квадратичне відхилення S розраховували за формулою:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (Y_k - \bar{Y})^2}{n-1}}. \quad (2.4)$$

Результати вимірювань Y_k абсолютне відхилення яких від середньоарифметичного перевищує величину $3S$, відкидалися як недостовірні.

Надійність отриманих результатів визначали за допомогою коефіцієнтів Стьюдента t_{st} для прийнятого рівня залежності $P=0,05$ і відповідного $(n-1)$ числу мір свободи.

Точність вимірювань (абсолютна похибка ΔY) визначались з надійністю $t = 0,95$ за формулою:

$$\Delta Y = t \cdot S, \quad (2.5)$$

де t - коефіцієнт Стьюдента, що визначається згідно з табличних даних.

Величина ΔY визначала довірчий інтервал $\pm \Delta \bar{Y}$, в якому, з 95%-ю ймовірністю, знаходиться результат вимірювань \bar{Y} .

Похибку методу оцінювали величиною відносної помилки у відсотках:

$$\frac{\Delta Y}{\bar{Y}} \cdot 100\%, \quad (2.6)$$

Розробку рецептури та технології продукції [82-84] здійснювали відповідно до методичних рекомендацій з розробки рецептур на нові і фірмові вироби в закладах ресторанної індустрії, а також згідно ДСТУ 3946-2000 «Продукція харчова. Основні положення».

РОЗДІЛ 3 ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ НИЗЬКОМОЛЕКУЛЯРНИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН

3.1 Обґрунтування та розроблення проекту технології та рецептурного складу молочних коктейлів з використанням низькомолекулярних поверхнево-активних речовин

В даний час спостерігається тенденція направлена на розробку та удосконалення технологій, що забезпечують одержання продуктів зі стабільними показниками якості не залежно від використаної додаткової сировини. До таких продуктів відносяться молочні коктейлі, що представляють собою піноподібну систему [7].

Важливим критерієм виробництва піноподібних продуктів на молочній основі є дисперсний та агрегатний склад молочного жиру, який перебуває в дрібнодисперсному стані, що робить його біологічно та функціонально активним. Від розміру жирових кульок залежать в'язкість та поверхнево-активні характеристики молочної сировини, що, в свою чергу, впливає на процес піноутворення. Дрібнодисперсний молочний жир, який перебуває у фазі стійкої емульсії, а також колоїдний розчин білків не тільки впливають один на одного, але і в наслідок своїх поверхнево-активних властивостей здатні утворювати додаткові елементи дисперсної структури піни. Для виробництва молочних коктейлів може бути використано різну білково-вуглеводну молочну сировину, піноутворюючі речовини, стабілізатори структури, смакові та ароматичні добавки, а також рослинна сировина [12].

З метою забезпечення стабільних та високих показників якості, є необхідність в удосконаленні технології виробництва молочних коктейлів шляхом вивчення функціонально-технологічних властивостей білків молока та поверхнево-активних речовин.

Відповідно до завдання передбачається отримання піноподібної молочної продукції, для одержання якої необхідно обґрунтувати вид ПАР та стабілізатора, що зумовлено їх будовою та здатністю утворювати стійкі піни.

Для визначення особливостей утворення пінних структур у модельних системах молочних коктейлів з використанням ПАР проведено серію експериментів з визначення впливу виду та концентрації ПАР на перебіг процесу піноутворення та якість отриманих пінних структур.

Для обґрунтування виду ПАР досліджено їх вплив на поверхневий натяг розчину.

Встановлено, що за однакових концентрацій ПАР поверхневий натяг розчину за різних ПАР різний. За здатністю знижувати поверхневий натяг ПАР можна розташувати у ряд: E322 < E472e < E471 < E481 < E472b, що ймовірно, можна пояснити наростанням гідрофобності, проте це не корелює з величиною ГЛБ (рис. 3.1).

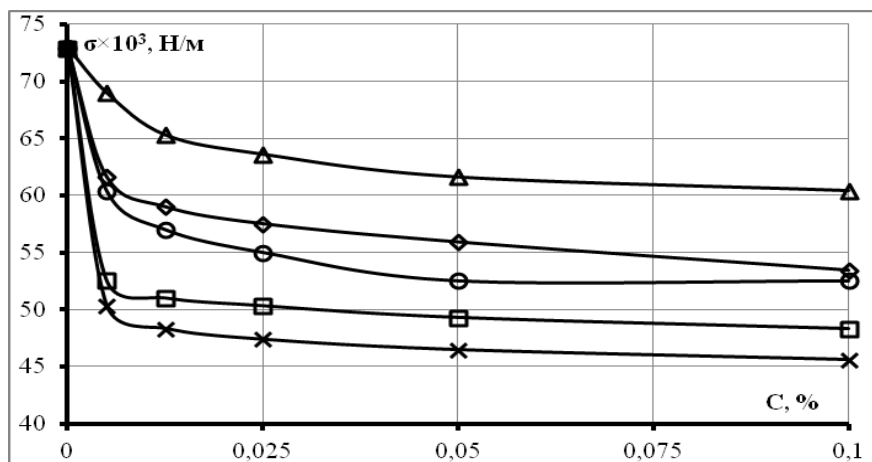


Рисунок 3.1 Ізотерма поверхневого натягу від концентрації ПАР:

Δ – E322; ◇ – E472e; ○ – E471; □ – E481; × – E472b

В ході даного дослідження виявлено, що розчин ПАР E472b з концентрацією 0...0,1% зменшує поверхневий натяг від $73,5 \pm 0,2 \cdot 10^{-3}$ Н/м до $45,7 \pm 0,2 \cdot 10^{-3}$ Н/м. Серед досліджуваних ПАР E472b має кращі показники.

Також досліджено вплив казеїнату натрію на поверхневий натяг розчину. Результати наведено на рисунку 3.2.

Виявлено, що при збільшенні концентрації казеїнату натрію від 0,1% до 1,0% поверхневий натяг зменшується від $56,1 \pm 0,2 \cdot 10^{-3}$ Н/м до $36,9 \pm 0,2 \cdot 10^{-3}$ Н/м.

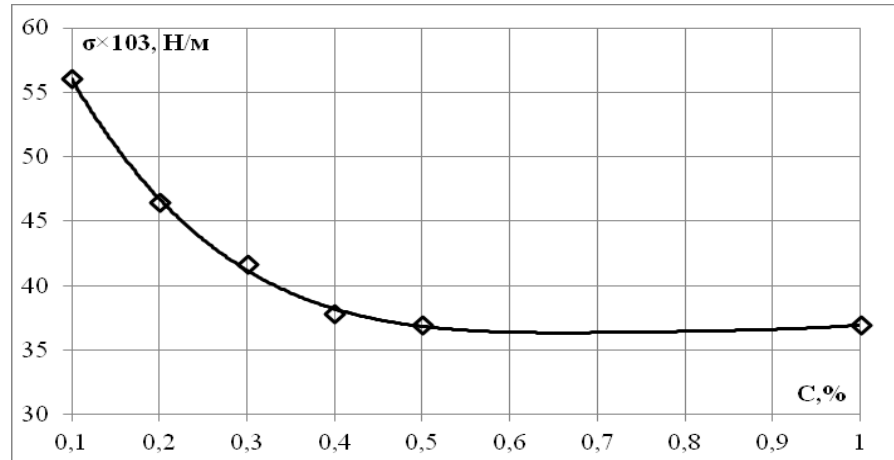


Рисунок 3.2 – Ізотерма поверхневого натягу від концентрації казеїнату натрію

На основі проведених експериментальних досліджень з використанням напівлогарифмічної шкали визначено ККМ ПАР та казеїнату натрію (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Критична концентрація міцелоутворення ПАР

Назва ПАР	Казеїнат натрію	E471	E322	E472e	E472b	E481
ККМ, %	0,5	0,07	0,04	0,02	0,013	0,002

Аналіз результатів дослідження показує, що для всіх низькомолекулярних ПАР, що досліджувалися ККМ < 0,1%

Для вивчення взаємодій казеїнату натрію та ПАР проводились дослідження на модельних системах «казеїнат натрію-ПАР» за концентрацій білка вище та нижче ККМ з метою виявлення можливих взаємодій компонентів.

З метою визначення виду міжфазних взаємодій казеїнату натрію та ПАР та визначенні виду адсорбції у системі, що містить ПАР визначено поверхневий натяг систем «казеїнат натрію-ПАР» (рис.3.3 – 3.7).

На рисунку 3.3 зображено залежність поверхневого натягу системи «казеїнат натрію-ПАР Е471» від вмісту Е471.

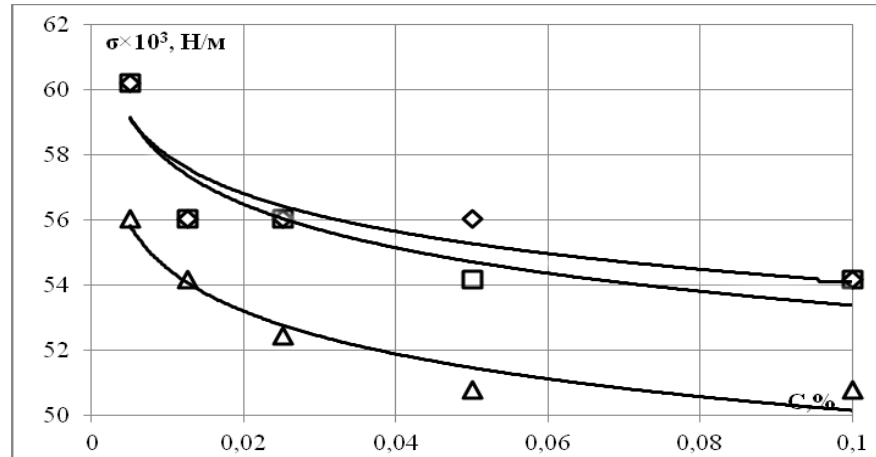


Рисунок 3.3 Ізотерма поверхневого натягу системи «казеїнат натрію-ПАР Е471» від вмісту Е471: \diamond 0,25% казеїнату натрію; \square 0,5% казеїнату натрію; Δ 1,0% казеїнату натрію

В ході даного експериментального дослідження з використанням Е471 визначили, що чим більша концентрація казеїнату натрію та ПАР тим менше стає поверхневий натяг системи. Кращий результат досягається за концентрації Е471 0,1% та казеїнату натрію 1,0% та становить $50,5 \pm 0,2 \cdot 10^{-3}$ Н/м. На рисунку 3.4 зображено залежність поверхневого натягу системи «казеїнат натрію-ПАР Е472е» від вмісту Е472е.

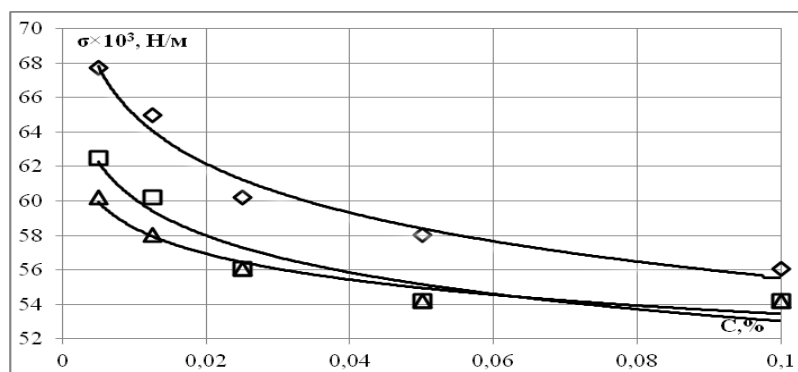


Рисунок 3.4 Ізотерма поверхневого натягу системи «казеїнат натрію-ПАР Е472е» від вмісту Е472е: \diamond 0,25% казеїнату натрію; \square 0,5% казеїнату натрію; Δ 1% казеїнату натрію

В ході даного експериментального дослідження з використанням ПАР Е472е визначили, що максимальне зменшення поверхневого натягу досягається за концентрації Е472е 0,1% та казеїнату натрію 0,5...1,0% та становить $54,1 \pm 0,2 \cdot 10^{-3}$ Н/м

На рисунку 3.5 зображено залежність поверхневого натягу системи «казеїнат натрію-ПАР Е472b» від вмісту Е472b.

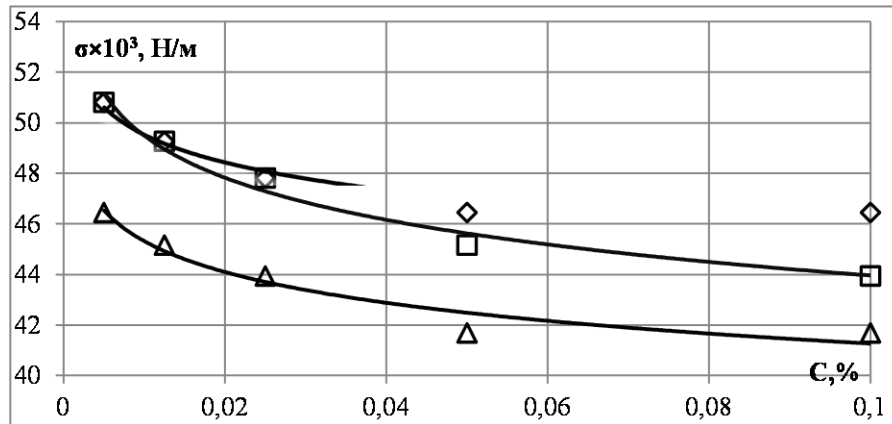


Рисунок 3.5 Ізотерма поверхневого натягу системи «казеїнат натрію-ПАР Е472b» від вмісту Е472b: \diamond – 0,25% казеїнату натрію; \square – 0,5% казеїнату натрію; Δ – 1% казеїнату натрію

В ході даного експериментального дослідження з використанням ПАР Е472b визначили, що максимальне зменшення поверхневого натягу досягається за концентрації Е472b 0,1% та казеїнату натрію 1,0% та становить $41,5 \pm 0,2 \cdot 10^{-3}$ Н/м. На рисунку 3.6 зображено залежність поверхневого натягу системи «казеїнат натрію-ПАР Е481» від вмісту Е481.

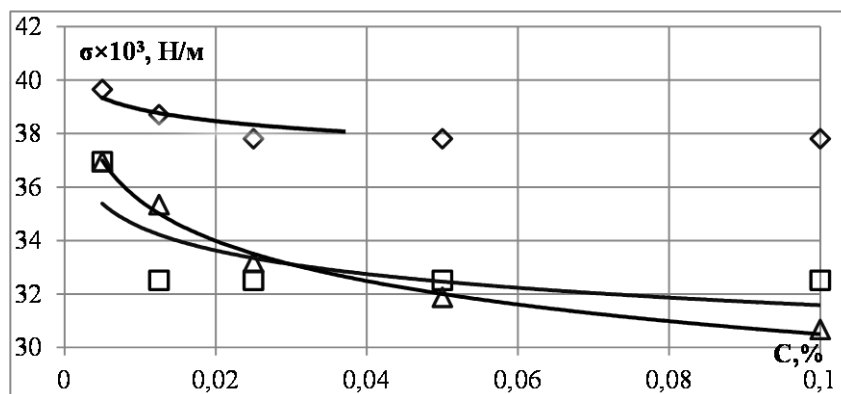


Рисунок 3.6 Ізотерма поверхневого натягу системи «казеїнат натрію-ПАР Е481» від вмісту Е481: \diamond 0,25% казеїнату натрію; \square 0,5% казеїнату натрію; Δ 1% казеїн ату натрію

В ході даного експериментального дослідження з використанням ПАР E481 визначили, що максимальне зменшення поверхневого натягу досягається за концентрації E481 0,1% та казеїнату натрію 1,0% та становить $31,1 \pm 0,2 \cdot 10^{-3}$ Н/м

На рисунку 3.7 зображено залежність поверхневого натягу системи «казеїнат натрію-ПАР E322» від вмісту E322.

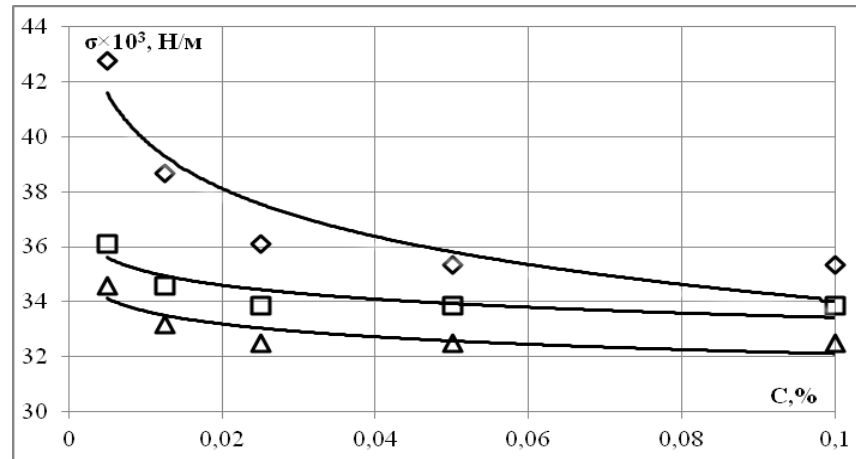


Рисунок 3.7 Ізотерма поверхневого натягу системи «казеїнат натрію-ПАР E322» від вмісту E322: \diamond 0,25% казеїнату натрію; \square 0,5% казеїнату натрію; Δ 1% казеїнату натрію

В ході даного експериментального дослідження з використанням ПАР E322 визначили, що максимальне зменшення поверхневого натягу досягається за концентрації E322 0,1% та казеїнату натрію 1,0% та становить $32,5 \pm 0,2 \cdot 10^{-3}$ Н/м

Відомо, що комплекси «білок-ПАР» мають різну адсорбційну здатність і поверхневу активність, що залежить від співвідношення компонентів, виду доданої ПАР, а також іонної сили розчину, рН, температури та ін.

На основі ККМ системи «казеїнат натрію-ПАР» та водних розчинів ПАР визначено вид міжфазної взаємодії (табл. 3.2)

Таблиця 3.2 – Вид міжфазної взаємодії між ПАР та казеїнатом натрію

Е-коди ПАР	E471	E472b	E481	E472e	E322
Вид міжфазної взаємодії	конкурентна адсорбція	конкурентна адсорбція	сумісна адсорбція	сумісна адсорбція	сумісна адсорбція

Для визначення впливу ПАР на ПЗ і СП досліджуваних систем «молоко-ПАР» використовували найбільш поширений метод, що застосовується в технологічному процесі приготування збитої кулінарної продукції – механічне збивання суміші. Дослідження проводили за температури 4°C протягом 20... 30 с за умови 13 000 об/хв.

В ході проведення експериментальних досліджень з використанням різних ПАР у складі молока для одержання молочних коктейлів, отримано дані залежності ПЗ і СП від виду та концентрації ПАР. Дані наведені на рис.3.8 та 3.9.

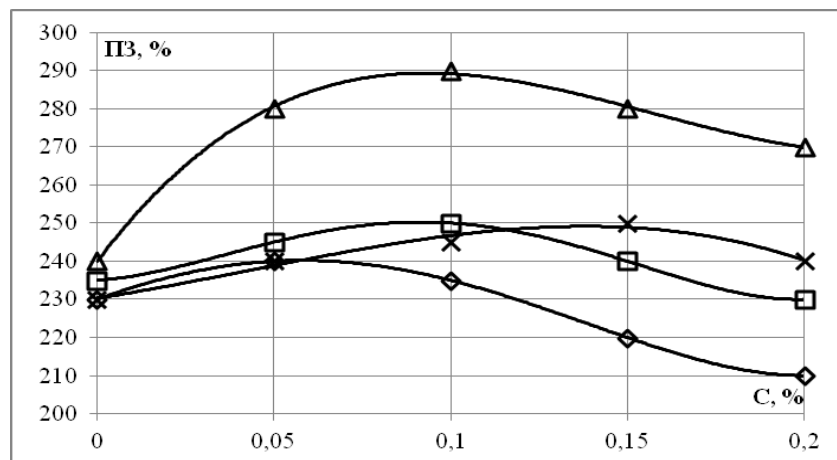


Рисунок 3.8 – Залежність ПЗ систем «молоко-ПАР» від вмісту ПАР: \diamond E471; \square E472b; Δ E472e; \times E481

Аналізуючи одержані дані стверджуємо, що в системі «молоко-ПАР E472e» за концентрації E472e 0,1% ПЗ збільшується до $290 \pm 0,04\%$. Інші зразки мають менші значення.

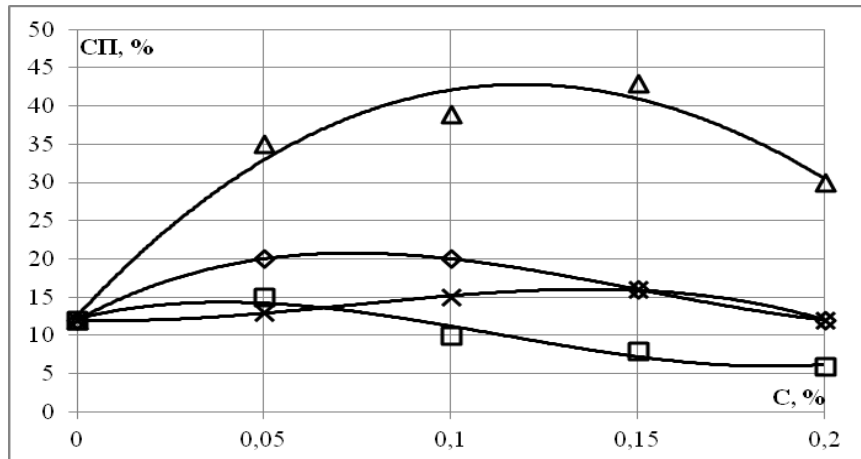


Рисунок 3.9 – Залежність стійкості піни систем «молоко-ПАР» від вмісту ПАР:

◇

E471; □ E472b; Δ E472e; × E481

Аналіз одержаних даних, що зображено на рисунку 3.9, свідчить, що при додаванні до системи ПАР E472e концентрації 0...0,15% збільшується стійкість піни з $12 \pm 0,2\%$ до $30 \pm 0,2\%$.

Визначено вплив ПАР на ПЗ та СП досліджуваних систем «молоко-ПАР» та виявлено, що ПАР E472e з концентрацією 0,05...0,1% підвищує ПЗ розчину до $280...290 \pm 0,04\%$ та збільшує СП до $35...40 \pm 0,2\%$, тому дану речовину обрано для подальших досліджень.

З літературних джерел встановлено, що для підвищення піноутворюючих властивостей розчину необхідно вводити стабілізатор. Вченими доведено, що в якості стабілізатора в досліджуваній системі потрібно використовувати капа-карагінан.

На рис. 3.10 зображено вплив капа-карагінану на ПЗ та СП розчину.

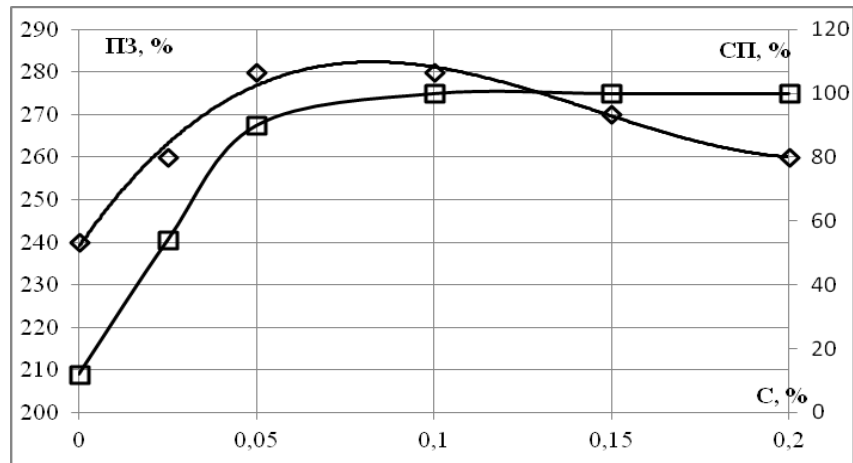


Рисунок 3.10 – Залежність ПЗ – \diamond та СП – \square системи «молоко-капа-карагінан» від вмісту капа-карагінану

З отриманих даних можна стверджувати, що при підвищенні концентрації капа-карагінану 0,05% збільшується ПЗ розчину від $200 \pm 0,04\%$ до $275 \pm 0,04\%$ та підвищується СП з $12 \pm 0,2\%$ до $100 \pm 0,2\%$, що зумовлено підвищенням в'язкості системи. Якщо концентрація капа-карагінану вище 0,05%, тоді ПЗ зменшується через надмірну в'язкість системи, а СП залишається постійною.

Отже, враховуючи проведені дослідження доцільно поєднати ПАР Е472е та стабілізатор капа-карагінан.

З метою дослідження впливу жирності молока на ПЗ та СП системи з використанням ПАР Е472е та капа-карагінану проведено ряд експериментів з молоком вміст жиру якого становить 0,5%, 1,5%, 2,5%, та 3,5%.

На рис. 3.11 зображено вплив ПАР Е472е та стабілізатора капа-карагінан за концентрації 0,05...0,2 та 0,025 відповідно на ПЗ та СП систему «молоко-ПАР-капа-карагінан» на основі молока з вмістом жиру 0,5%.

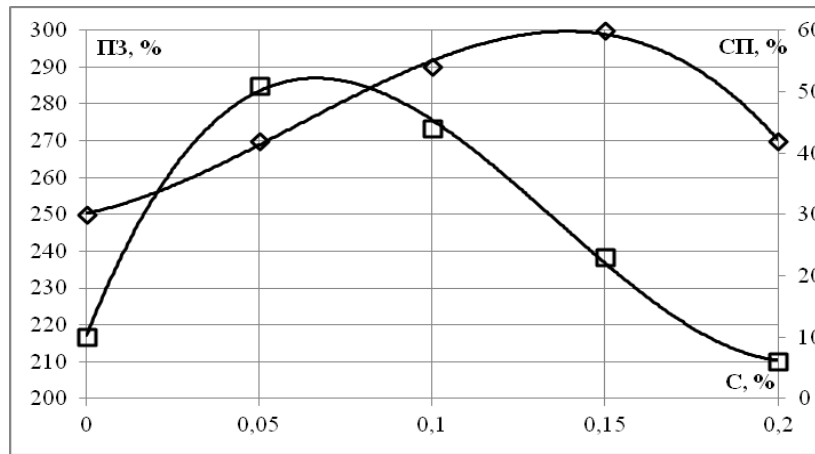


Рисунок 3.11 – Залежність ПЗ – \diamond та СП \square системи «молоко-Е472е-капа-карагінан» від концентрації ПАР Е472е та капа-карагінану з вмістом жиру 0,5%

В ході даного дослідження виявлено, що за концентрації ПАР Е472е 0,05% ПЗ розчину збільшується від $250 \pm 0,04\%$ до $290 \pm 0,04\%$, а період напіврозпаду піни збільшується від $10 \pm 0,2\%$ до $52 \pm 0,2\%$.

На рис. 3.12 зображено вплив ПАР Е472е та стабілізатора капа-карагінан за концентрації 0,05...0,2 та 0,025 відповідно на ПЗ та СП систему «молоко-ПАР-капа-карагінан» на основі молока з вмістом жиру 1,5%.

Аналіз одержаних даних свідчить, що за концентрації ПАР Е472е 0,05% ПЗ системи збільшується від $200 \pm 0,04\%$ до $240 \pm 0,04\%$, а СП – від $11 \pm 0,2\%$ до $90 \pm 0,2\%$. При концентрації більше 0,05% ПЗ зменшується, а стійкість піни залишається максимальною. Це свідчить про збільшення в'язкості системи.

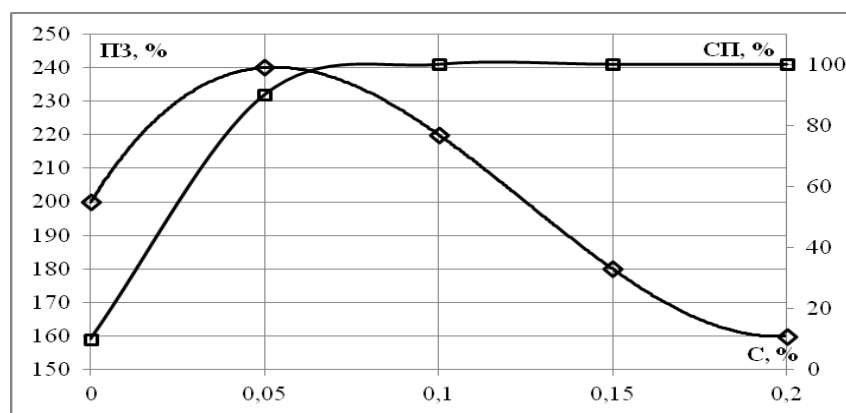


Рисунок 3.12 – Залежність ПЗ – \diamond та СП \square від концентрації ПАР Е472е та капа-карагінану в системі «молоко-Е472е-капа-карагінан» з вмістом жиру 1,5%

На рис. 3.13 зображено вплив ПАР Е472е та стабілізатора капа-карагінан за концентрації 0,05...0,2 та 0,025 відповідно на ПЗ та СП системи «молоко-Е472е-капа-карагінан» на основі молока з вмістом жиру 2,5%.

На основі одержаних даних виявлено, що за концентрації ПАР Е472е 0,05% ПЗ та період напіврозпаду піни збільшуються на $250 \pm 0,04\%$ та $92 \pm 0,2\%$ відповідно.

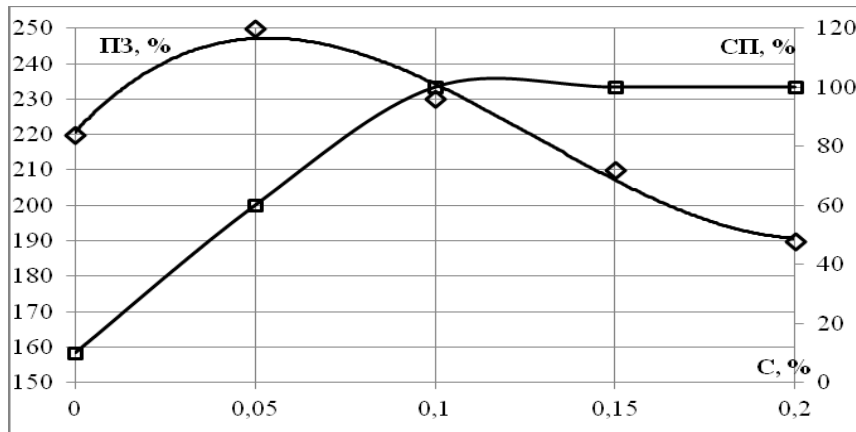


Рисунок 3.13 – Залежність ПЗ – \diamond та СП \square від концентрації ПАР Е472е та капа-карагінану в системі «молоко-Е472е-капа-карагінан» з вмістом жиру 2,5%

На рис. 3.14 зображено вплив ПАР Е472е та стабілізатора капа-карагінан за концентрації 0,05...0,2 та 0,025 відповідно на ПЗ та СП піноподібної системи на основі молока з вмістом жиру 3,5%. В ході дослідження виявлено, що за концентрації ПАР Е472е 0,05...0,1% ПЗ та СП збільшуються на $260 \pm 0,04\%$ та $72 \dots 100 \pm 0,2\%$ відповідно.

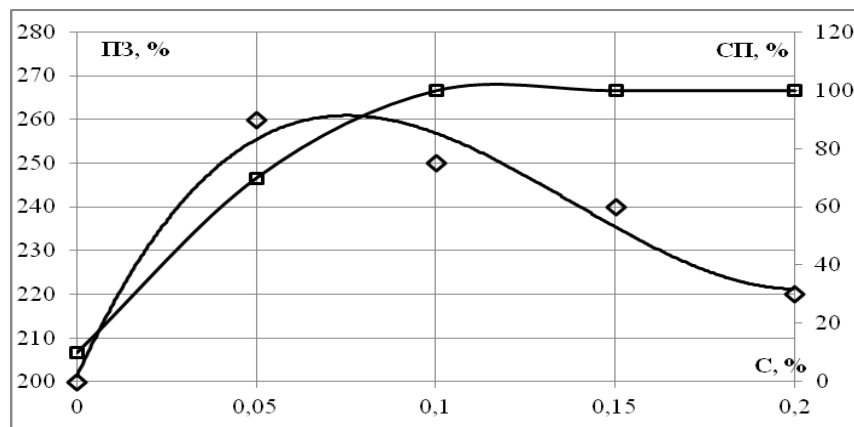


Рисунок 3.14 – Залежність ПЗ – \diamond та СП \square від концентрації ПАР Е472е та капа-карагінану в системі «молоко-Е472е-капа-карагінан» з вмістом жиру 3,5%

В результаті проведених досліджень визначено, що вміст жиру в молоці суттєво не впливає на піноутворюючу здатність та стійкість піни в піноподібній системі з вмістом ПАР E472e та капа-карагінану.

Також, з одержаних даних виявлено, що в системі «молоко-E472e-капа-карагінан» з вмістом жиру 0,5% ПАР E472e майже не впливає на стійкість піни через те, що сумісне використання E472e та білку молока не утворює стабільну систему, тому в подальшому його використання в даній суміші не є раціональним. У зв'язку з цим враховуючи дані табл. 3.2 обрано та досліджено ПАР E471 так як E471 характерний конкурентною міжфазною взаємодією. Вплив ПАР E471 та капа-карагінану за концентрації 0,05...0,2 та 0,025 відповідно на ПЗ та СП системи «молоко-E471-капа-карагінан» на основі молока з вмістом жиру 0,5% зображено на рис. 3.15.

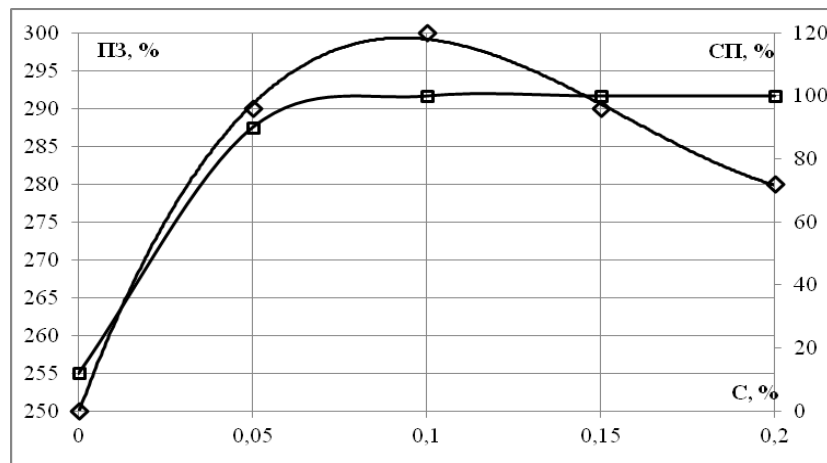


Рисунок 3.15 – Залежність ПЗ – \diamond та СП \square від концентрації ПАР E471 та капа-карагінану в системі «молоко-E471-капа-карагінан» з вмістом жиру 0,5%

З одержаних даних видно, що за концентрації ПАР E471 0,05% ПЗ та період напіврозпаду піни збільшується на $300 \pm 0,04\%$ та $92 \pm 0,2\%$.

Наступною метою досліджень було отримати молочний коктейль з густою консистенцією. Для дослідження використовували капа-карагінан з концентрацією від 0,01% до 0,2%. З попередніх даних вже було визначено, що для приготування молочного коктейлю з рідкою консистенцією концентрація

капа-карагіану становить 0,025%, тому для одержання більш густої консистенції потрібно збільшити концентрацію капа-карагіану.

На рис. 3.16 зображено вплив капа-карагіану на ПЗ та СП системи «молоко-Е472е-капа-карагіан»

Аналізуючи одержані дані видно, що при концентрації капа-карагіану більше 0,05% ПЗ знижується, а стійкість піни залишається постійною, це пов'язано з тим, що збільшується в'язкість і система стає гелеподібною. Тому для приготування молочного коктейлю з густою консистенцією раціональним є введення капа-карагіану у кількості 0,05%.

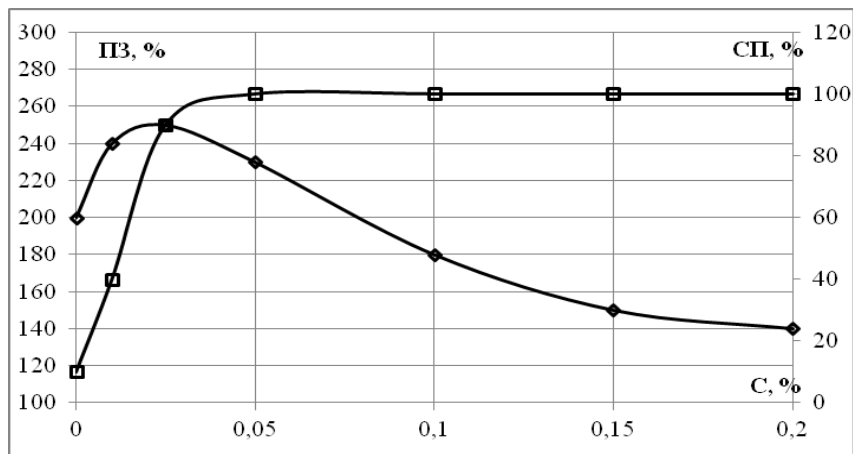


Рисунок 3.16 Залежність ПЗ – \diamond та СП \square від концентрації капа-карагіану в системі «молоко-Е472е-капа-карагіан»

З метою визначення параметрів гомогенізації визначали вплив тиску гомогенізації на ПЗ та СП системи «молоко-Е472е-капа-карагіан». Дані дослідження зображено на рис. 3.17.

Гомогенізацію проводили за допомогою ультразвукового диспергатору УЗДН-2 протягом $(1...4) \times 60$ с за частоти 22 кГц. Одержані дані з приладу необхідно перевести у виробничі одиниці виміру – тиск (Р, атм). Вченими було визначено кореляцію часу диспергування на диспергаторі УЗДН-2 та тискугомогенізації. Дану кореляцію приведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Відповідність часу диспергування до тиску

Час диспергування, ×60с	1	2	3	4	5
Тиск, атм.	20	40	60	80	100

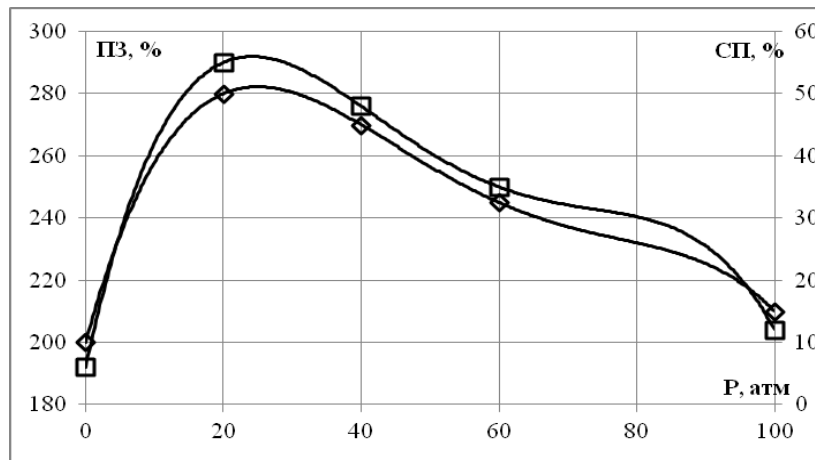


Рисунок 3.17 – Вплив процесу гомогенізації на ПЗ – \diamond та СП \square системи «молоко-Е472е-капа-карагінан»

В ході дослідження визначили, що за тиску в 20 атм одержуємо максимальні показники ПЗ, але утворена піна нестійка. Ймовірно, що капа-карагінан після гомогенізації частково руйнується і втрачає свої властивості, тому не рекомендується вводити капа-карагінан до процесу гомогенізації.

Для підтвердження цієї теорії капа-карагінан введено після процесу гомогенізації (рис. 3.18).

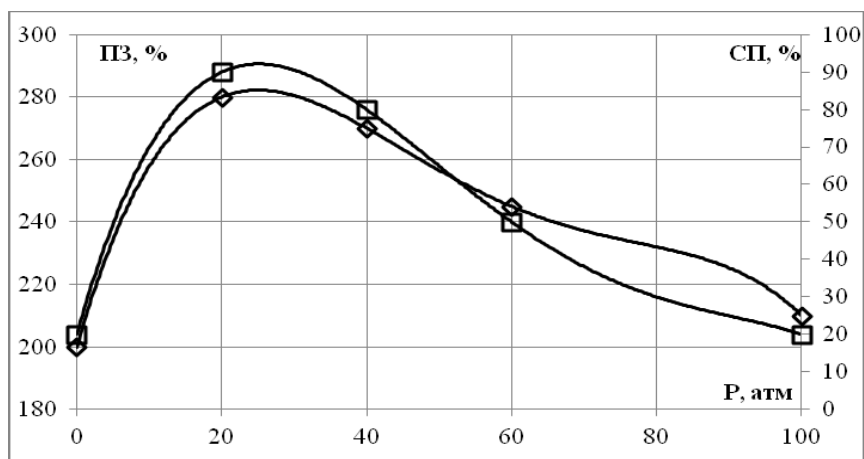


Рисунок 3.18 – Вплив гомогенізації на ПЗ – \diamond та СП \square системи «молоко-Е472е-капа-карагінан» з вмістом ПАР Е472е та наступним введенням капа-карагінану

Після процесу гомогенізації суміш досліджували під мікроскопом для визначення величини жирових кульок (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Розміри жирових кульок за різного тиску гомогенізації

Діаметр жирових кульок, d_{cp} , мкм	2,5±0,01	1,0±0,01	0,6±0,01	0,4±0,01	0,2±0,01	0,1±0,01
Тиск, атм.	0	20	40	60	80	100

Отже, провівши ряд дослідів визначено, що: серед обраних ПАР кращі властивості має E472e; для приготування молочного коктейлю з рідкою консистенцією з вмістом жиру 1,5...3,5% можна використати E472e та капа-карагінан в кількості 0,1% та 0,025% відповідно; для приготування молочного коктейлю з рідкою консистенцією з вмістом жиру 0,5% можна використати E471 та капа-карагінан в кількості 0,05% та 0,025% відповідно; для приготування молочного коктейлю з густою консистенцією можна використати E472e та капа-карагінан в кількості 0,1% та 0,05% відповідно; при введенні капа-карагінану до процесу гомогенізації можна втратити його стабілізуючі властивості; гомогенізація системи тиском більше 20 атм негативно буде впливати на процес піноутворення.

З урахуванням експериментальних даних представимо проект рецептурного складу та модель технологічного процесу виробництва молочного коктейлю з використанням ПАР (табл. 3.5 та рис. 3.19).

Таблиця 3.5 – Проект рецептурного складу молочного коктейлю з використанням ПАР

Найменування рецептурних компонентів	Витрати на 1000 кг виробу, кг	
	Брутто	Нетто
Молоко питне коров'яче	860,0	850,0
Наповнювач ультрапастеризований смако-ароматичний	150,0	150,0
E472e	1,1	1,0
Капа-карагінан	0,27	0,25
Всього	1011,37	1001,25
Вихід		1000,0

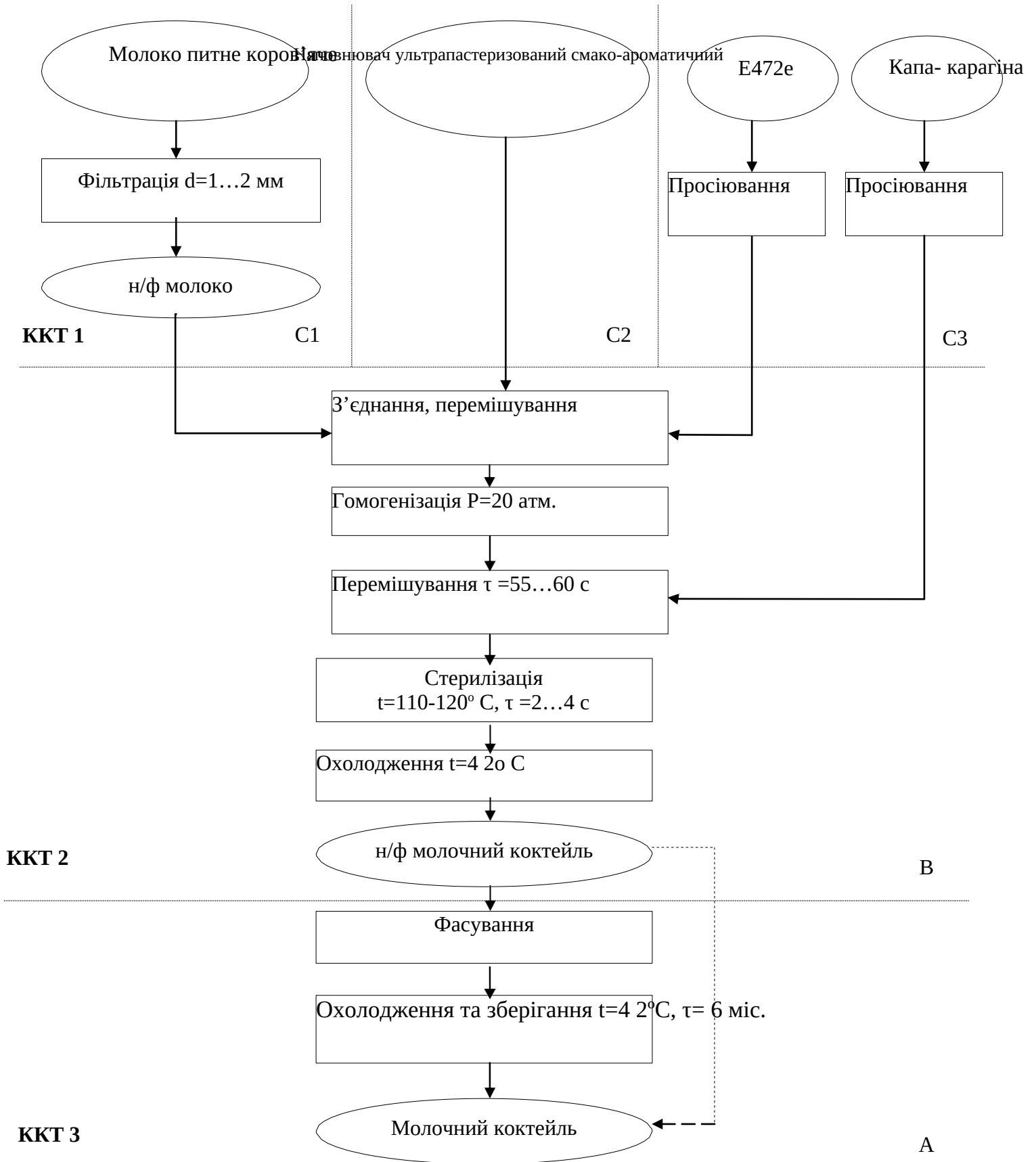


Рисунок 3.19 – Модель технологічної схеми виробництва молочного коктейлю з використанням ПАР

З позиції системного підходу технологію виробництва молочного коктейлю з використанням ПАР представлено як цілісну систему, в межах якої виділено принципові підсистеми – С₁, С₂, С₃, В, А, функціонування яких спрямовано на отримання вихідного результату функціонування системи – одержання молочного коктейлю. Мету функціонування окремих систем наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Структура технологічної системи та мета функціонування її складових частин

Підсистеми	Найменування підсистем	Мета функціонування підсистем
1	2	3
А	Утворення молочного коктейлю та його реалізація	Одержання продукту – молочного коктейлю
В	Виготовлення напівфабрикату «Молочний коктейль»	Виготовлення н/ф «Молочний коктейль» для подальшого виробництва коктейлю
С ₁	Виготовлення н/ф «Молоко»	Підготовка молока питного та утворення напівфабрикату «Молоко»
С ₂	Виготовлення н/ф «Наповнювач ультра пастеризований смако-ароматичний»	Підготовка та утворення напівфабрикату «Наповнювач ультра пастеризований смако-ароматичний»
С ₃	Підготовка харчових добавок	Просіювання харчових добавок для подальшого введення їх в систему

В рамках підсистеми С₁ проводять підготовку молока, яке є основним компонентом системи.

Підсистема С₂ передбачає підготовку наповнювача, який надає системі смак та аромат.

Підсистема С₃ забезпечує підготовку харчових добавок, які впливають на піноутворюючу здатність системи.

Підсистема В поєднує в собі основні процеси для виготовлення молочного коктейлю (гомогенізація, стерилізація, охолодження).

Функціонування підсистеми А передбачає тимчасове зберігання кінцевого продукту – молочного коктейлю.

Таким чином, відповідно до проведених аналітичних досліджень з обґрунтування виробництва молочного коктейлю визначені основні фактори:

- параметри технології виробництва молочного коктейлю;
- концентрація ПАР E472e та капа-карагінану.

3.2 Обґрунтування та розроблення проекту технології та рецептурного складу напівфабрикату суфле з використанням низькомолекулярних поверхнево-активних речовин для десертної продукції та борошняних кондитерських виробів

Харчовий продукт (суфле) з точки зору дисперсних систем це піноподібна система, що складається з дисперсійної фази – бульбашок газу та дисперсійного середовища. Дисперсійним середовищем є вода, яка у процесі структуроутворення переходить у гель та навколо пухирців повітря утворюються плівки адсорбційних шарів з підвищеною пружністю і міцністю. Для створення пінної структури будемо використовувати яєчний білок, а для її закріплення і підвищення міцності використаємо гелеутворювач, а саме агар [43].

Білок курячого яйця можна використовувати в свіжому, висушеному вигляді. На початку піноутворюючу здатність білка забезпечує овоглобулін. Присутність жиру у системі знизить піноутворюючу здатність білка.

Яєчний білок по своїй суті – це протеїн. Молекули протеїну мають вигляд довгих ниток, які зчіпляються між собою, утворюючи структуру, яка схожа на мережу. Для того, щоб сформувати однорідну гладку піну, необхідно щоб молекули протеїну (ці довгі нитки) розпались на дрібні часточки. Щоб досягти цього, необхідно в систему ввести кислоту. Для того, щоб поверхня бульбашок була досить міцною, в систему необхідно ввести ще й загусник. В якості

загусника в систему планується ввести цукор білий, який підвищить щільність рідини, сформувавши піну [44].

Для забезпечення стабілізації структури напівфабрикату суфле, в рецептурний склад буде введено поверхнево-активні речовини. Вони забезпечать високу піноутворюючу здатність та стійкість піни яєчного білка за присутності у рецептурному складі жирового компоненту [45].

Для стабілізації піни напівфабрикату суфле необхідно забезпечити такі умови: піноутворення яєчних білків; утворення міцних гідратованих міжфазних адсорбційних шарів на границі розділу фаз водний розчин-повітря; емульгування жиру, попереджаючи руйнування піни; підвищення стійкості піни шляхом збільшення в'язкості дисперсійного середовища.

Отже, при використанні ПАР, напівфабрикат суфле матиме більш високу збитість, піна матиме більш стійку структуру.

В ході проведення експериментальних досліджень визначено вплив різних технологічних чинників на фізико-хімічні та структурно-технологічні властивості харчових систем під час виготовлення напівфабрикату суфле для десертної продукції та борошняних кондитерських виробів.

Какао-масло яке входить до складу шоколаду темного (чорного) та серед солодковершковий виступають в ролі піногасників у технології напівфабрикату суфле. А також окрім цього тверді частинки какао порошку та подрібнених горіхів можуть негативно впливати на піноутворюючу здатність системи. Тому для стабілізації піни напівфабрикату суфле для десертної продукції та кондитерських виробів необхідно забезпечити певні умови, а саме:

- максимальне піноутворення яєчних білків;
- утворення міцних гідратованих міжфазних адсорбційних шарів на межі розділу фаз водний розчин-повітря, водний розчин-олія та водний розчин-тверда частинка;
- емульгування жиру, що попередить руйнування піни;
- підвищення стійкості піни шляхом збільшення в'язкості дисперсійного середовища.

Для отримання напівфабрикату суфле для десертної продукції і борошняних кондитерських виробів необхідним є утворення стійкої дисперсної поліфазної системи шляхом збивання яєчного білка з отриманням піноподібної системи, у яку вводиться жировий компонент.

Тому першим етапом дослідження є визначення умов стійкості більш простих дисперсних систем, а саме піноподібних та піноемульсійних систем, що зумовлює необхідність визначення умов щодо стабілізації піни за негативної дії жиру. Тому для стабілізації піноподібної та піноемульсійної системи необхідним є вивчення впливу на неї окремо кожного рецептурного компоненту.

Для визначення стійкості піни та піноутворюючої здатності розчину яєчного білка визначено піноутворюючу здатність та стійкість піни систем залежно від вмісту сухого яєчного білка рис. 3.20.

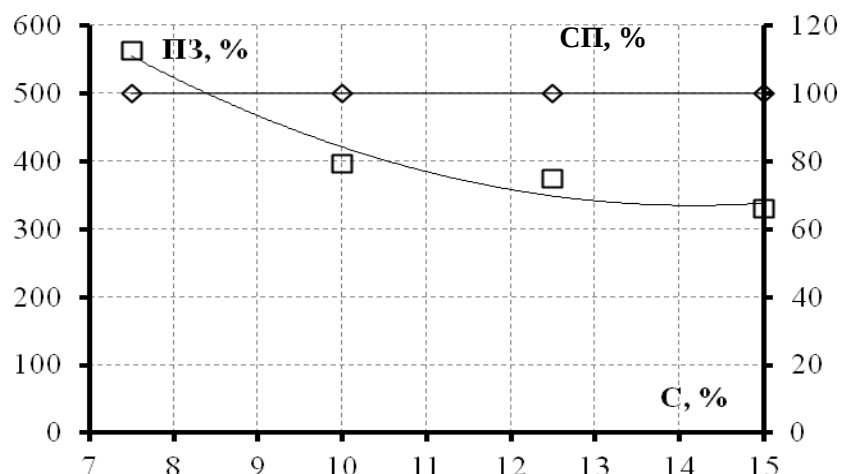


Рисунок 3.20 - Піноутворююча здатність (□) та стійкість піни (◇) піноподібних систем від вмісту сухого яєчного білка

Було досліджено піноутворюючу здатність (ПЗ) системи від вмісту яєчного білка. Встановлено, що за збільшення вмісту сухого яєчного білка з 7,5 % до 15 % піноутворююча здатність зменшується з $564 \pm 22\%$ до $330 \pm 14\%$, але за цих умов стійкість піни (СП) залишається незмінною та становить $99 \pm 1\%$.

Таким чином, збільшення вмісту білка сприяє підвищенню в'язкості дисперсійного середовища. У технології напівфабрикату суфле для десертної

продукції та борошняних кондитерських виробів у рецептурному складі кількість яєчного білка забезпечує не тільки піноутворення і стабілізацію піни, а також може приймати участь в емульгуванні та забезпеченні стабілізації суспензії твердих частинок. Тому на основі піноутворюючої здатності та можливості забезпечувати стійкість інших дисперсних частинок раціональний вміст яєчного білка становить 10...11%, для подальших досліджень вміст яєчного білка зафіксовано на рівні 10%.

Технологія напівфабрикату суфле для десертної продукції та борошняних кондитерських виробів передбачає додавання цукру білого. Додавання в білковий розчин цукру білого погіршує процес піноутворення, але підвищує стійкість піни. Однак такі закономірності справедливі для певних співвідношень білок:цукор білий. Зниження піноутворюючої здатності обумовлено збільшенням в'язкості середовища, збільшенням розчинності білкових молекул, що зменшує їх адсорбцію на межі розділу фаз.

Відомо, що цукор білий впливає на піноутворюючу здатність та стійкість піни яєчного білка. Визначено вплив цукру білого на піноутворюючу здатність та стійкість піни білково-цукрових розчинів рис. 3.21.

Аналіз одержаних даних показав, що збільшення вмісту цукру білого з 15 % до 22,5 % призводить до зниження піноутворюючої здатності з $420 \pm 17\%$ до $350 \pm 14\%$, за цих умов стійкість піни знижується 99 ± 1 до $90 \pm 4\%$.

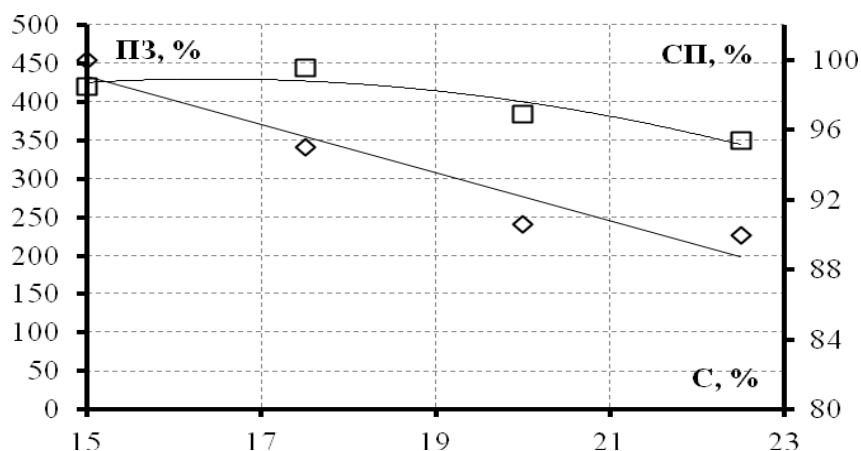


Рисунок 3.21 - Піноутворююча здатність (□) та стійкість піни (◇) піноподібних систем «яєчний білок 10%-цукор білий» від вмісту цукру білого

Позитивний вплив цукрів пояснюється збільшенням в'язкості об'ємної фази, що знижує темпи втрат рідини. Зниження піноутворюючої здатності можна пояснити значним збільшенням в'язкості дисперсного середовища, яка протидіє піноутворенню, а зниження стійкості піни - десорбцією білків з міжфазної поверхні розділу фаз вода-повітря, що обумовлено збільшенням їх розчинності.

Піноподібні маси через низький вміст сухих речовин і обмежену в'язкість є нестійкими системами. Під дією сил поверхневого натягу і стікання рідини плівки каркасу стають тоншими і поступово руйнуються. Для надання системі більшої стійкості безпосередньо після збивання масу змішують з гарячими цукровими сиропами, що містять гідроколоїди, та під час охолодження відбувається переведення пін в твердоподібний стан. Гарячий сироп сприяє денатурації яєчних білків у міжфазних адсорбційних шарах, що забезпечує збільшення їх міцності та зменшення їх десорбції.

Для виявлення впливу цукрового сиропу на стійкість піни та піноутворюючу здатність яєчного білка проведено дослідження з визначення вмісту цукрового сиропу з температурою $110\pm 2^\circ\text{C}$, який вводили в збитий яєчний білок. Результати дослідження наведено на рис 3.22.

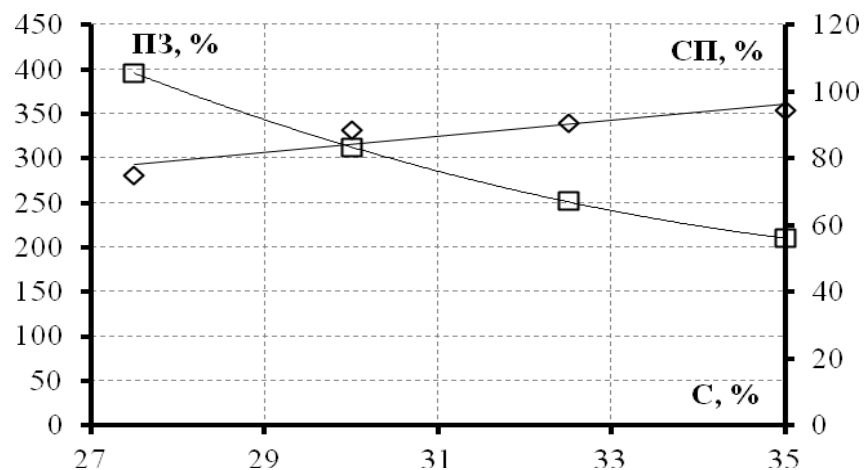


Рисунок 3.22 - Піноутворююча здатність (□) та стійкість піни (◇) піноподібних систем «яєчний білок (10%)-цукровий сироп (60%)» від вмісту цукрового сиропу

Дослідження піноутворюючої здатності від вмісту цукрового сиропу показали, що збільшення вмісту сиропу з 27,5% до 35,0% призводить до зниження піноутворюючої здатності з $400 \pm 16\%$ до $210 \pm 9\%$, за цих умов стійкість піни зростає з $75 \pm 4\%$ до $99 \pm 1\%$. Раціональний вміст цукрового сиропу складає 30...32,5%.

Стійкість пін підвищилася за рахунок збільшення в'язкості дисперсійного середовища, із зростанням якої сповільнюється швидкість процесу витікання рідини.

Для переведення пін у твердоподібний стан визначено вплив агару на піноутворюючу здатність та стійкість піни піноподібних систем. Результати досліджень представлено на рис. 3.23.

Було досліджено піноутворюючу здатність та стійкість піни систем з вмістом агару від 0,4% до 1,0%. В результаті проведеного дослідження спостерігається зниження піноутворюючої здатності та стійкості піни даної системи, але незважаючи на це агар значною мірою впливає на текстурні та органолептичні властивості піноподібної системи.

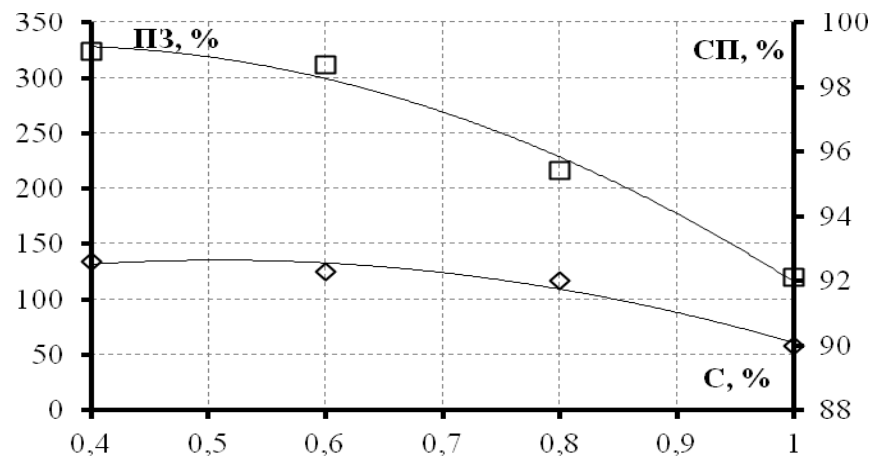


Рисунок 3.23 - Піноутворююча здатність(□) та стійкість піни (◇) піноподібних систем «ячний білок (10%)-агаро-цукровий сироп (60%)» від вмісту агару

Встановлено, що зі збільшенням агару піноутворююча здатність та стійкість піни системи знижується. Так зі збільшенням вмісту агару з 0,4 до

1,0% піноутворююча здатність знижується з $324 \pm 13\%$ до $120 \pm 5\%$, за цих умов стійкість піни для всіх систем становить 90...93%. Результати досліджень показали, що раціональний вміст агару для забезпечення необхідної структури становить 0,8...0,9%. Таку поведінку, ймовірно можна пояснити комплексоутворенням білок-агар, який є більш гідратованим, що призводить до десорбції комплексу з міжфазної поверхні вода-повітря. Виходячи з цього необхідним є додаткове введення поверхнево-активної речовини для забезпечення високої піноутворюючої здатності поки система не структурувалася.

У технології виробництва напівфабрикату суфле для десертної продукції та борошняних кондитерських виробів використовується спред солодковершковий (як пластифікатор) та шоколад темний (чорний) (для надання органолептичних властивостей). Встановлено, що введення спреду солодковершкового призводить до руйнування піни. Для дослідження впливу спреду солодковершкового та шоколаду темного (чорного) на піноутворюючу здатність та стійкість піни яєчного білка проведено дослідження, результати яких представлено на рис. 3.24, 3.25.

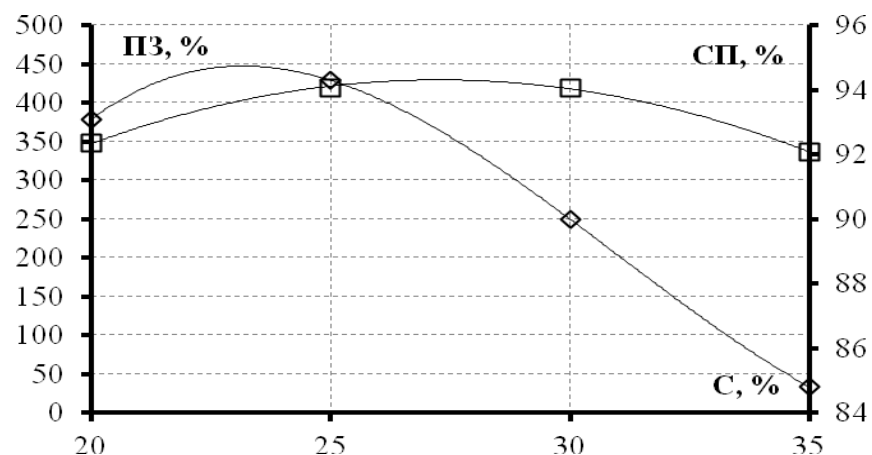


Рисунок 3.24 - Піноутворююча здатність (□) та стійкість піни (◇) піноемульсійних систем «яєчний білок (10%) - спред солодковершковий (72,5%)» від вмісту спреду солодковершкового

Встановлено, що введення спреду солодковершкового у кількості 20...35% піноутворююча здатність становить 336...350%. Стійкість піни за цих умов знижується з $93\pm 3\%$ до $85\pm 3\%$. Фактично відбувається руйнування піни. Руйнування тим інтенсивніше, чим більший вміст спреду солодковершкового. Ймовірно, таку поведінку можна пояснити тим, що в системах з більш високим вмістом спреду солодковершкового збільшується поверхня розділу фаз вода-олія, що викликає десорбцію білків з межі розділу фаз вода-повітря. Рациональний вміст спреду солодковершкового за результатами проведених експериментальних досліджень становить 20...25%.

Шоколад темний (чорний) являється також піногасником, що зумовлено двома чинниками – наявністю жиру, що вивільняється під час розтоплення шоколаду, а також наявністю твердих частинок какао-порошку. Досліджено вплив шоколаду темного (з вмістом какао-продуктів 72%) на піноутворюючу здатність та стійкість піни систем «яєчний білок-шоколад темний» (рис. 3.25).

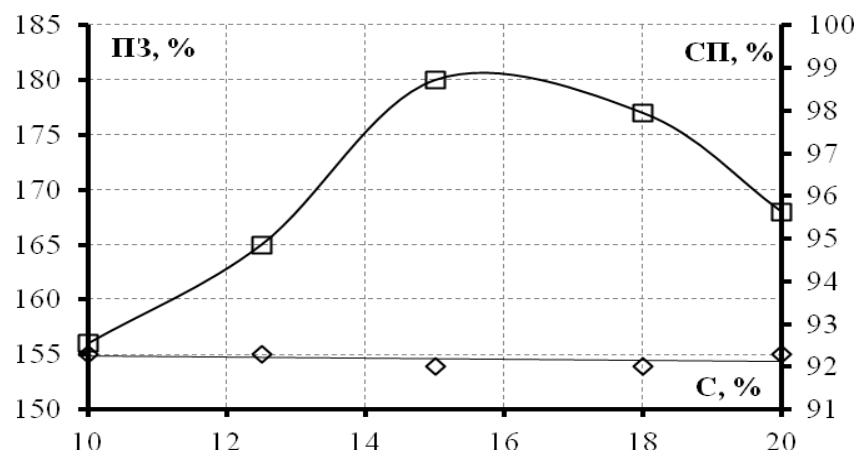


Рисунок 3.25 - Піноутворююча здатність (□) та стійкість піни (◇) поліфазних дисперсних систем «яєчний білок-шоколад темний» від вмісту шоколаду темного (чорного)

Дослідження піноутворюючої здатності від вмісту шоколаду темного показали, що залежність носить екстремальний характер. Так зі збільшенням вмісту шоколаду з 10 % до 15 піноутворююча здатність системи збільшується з $156\pm 6\%$ до $180\pm 7\%$, з подальшим збільшенням вмісту шоколаду темного до

20% піноутворююча здатність знижується до $168 \pm 6\%$. Стійкість піни для всіх систем складає $92 \pm 4\%$. Складний характер залежності піноутворюючої здатності, пов'язаний з адсорбцією білка на жирових та твердих частинках, що обумовлює недостатню кількість білка для адсорбції на бульбашках повітря і, як наслідок, зниження піноутворюючої здатності системи. Зі збільшенням кількості шоколаду темного до 15...17% в системі піноутворююча здатність збільшується, що пов'язано з адсорбцією твердих та жирових частинок на бульбашках повітря з заміною білка, стабілізуючи їх. За вмісту шоколаду темного вище 18% білка стає недостатньо для піноутворення через значну кількість жирових та твердих частинок в системі.

В технології виробництва напівфабрикату суфле використовують какао порошок та згущене молоко для формування необхідних органолептичних властивостей, що вимагає дослідження їх впливу на піноутворюючу здатність та стійкість піни систем.

Результати впливу какао-порошку та згущеного молока на стійкість піни та піноутворюючу здатність наведено на рис. 3.26, 3.27.

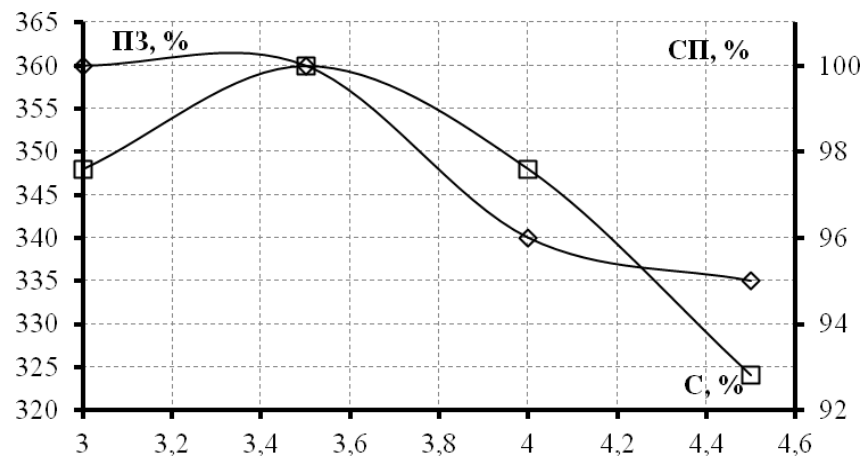


Рисунок 3.26 - Піноутворююча здатність (\square) та стійкість піни (\diamond) систем «яєчний білок (10%)-какао-порошок» від вмісту какао порошку

За результатами експериментальних досліджень можна стверджувати, що збільшення вмісту какао порошку з 3,0% до 3,5% дозволяє збільшити піноутворюючу здатність з $348 \pm 14\%$ до $360 \pm 14\%$ за цих умов стійкість піни

становить $99\pm 1\%$. Зі збільшенням вмісту какао-порошку до 4,5% піноутворююча здатність та стійкість піни зменшується до $324\pm 13\%$ та до $95\pm 4\%$ відповідно. За результатами досліджень раціональний вміст какао-порошку становить 3,0...3,6%.

Встановлено, що за збільшення вмісту згущеного молока з 10% до 20 % піноутворююча здатність зменшується з $192\pm 8\%$ до $120\pm 5\%$, за цих умов стійкість піни складає 90...93%.

За результатами досліджень раціональний вміст згущеного молока становить 12,5...15%.

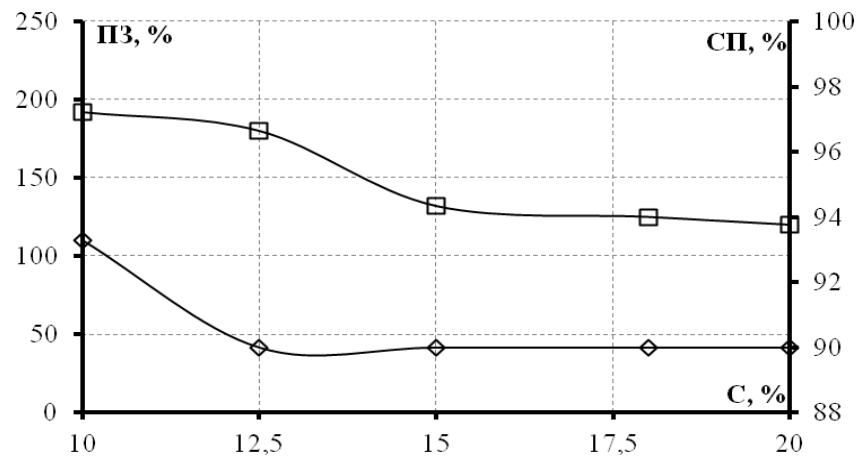


Рисунок 3.27 - Піноутворююча здатність (□) та стійкість піни (◇) піноемульсійних систем «яєчний білок-згущене молоко» від вмісту згущеного молока

Забезпечення стабілізації поліфазних дисперсних системи, можна забезпечити за рахунок використання поверхнево-активних речовин. На основі аналізу літературних джерел встановлено перспективність використання Е471 (моно- та дигліцериди жирних кислот), що забезпечує стійкість піни за рахунок утворення комплексів «білок-поверхнево-активна речовина» на межі розділу фаз водний розчин-повітря, збільшуючи енергію зв'язків «білок-поверхнево-активна речовина». Збільшення енергії зв'язків сприяє зменшенню десорбції білків з міжфазної межі водний розчин-повітря під час появи нової границі

розділу фаз водний розчин-олія, забезпечує гідрофілізацію жирової фази, твердих гідрофобних частинок.

Введення E471 здійснювали у розтоплений шоколад темний. Це забезпечує розчинення у жировій фазі E471. Для досягнення поставленої мети проведено дослідження впливу E471 на піноутворюючу здатність систем «білок-спред солодковершковий-шоколад темний-E471». Результати досліджень представлено на рис. 3.28.

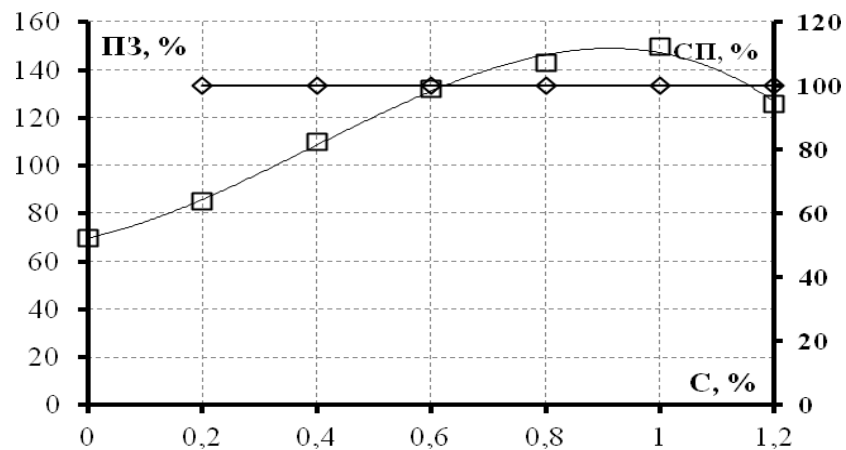


Рисунок 3.28 - Піноутворююча здатність поліфазних дисперсних систем «яєчний білок-спред солодковершковий-шоколад темний-E471» від вмісту E471

Встановлено, що піноутворююча здатність від вмісту ПАР E471 носить екстремальний характер з максимумом, що відповідає вмісту ПАР E 471 1,0% та становить $150 \pm 6\%$ та забезпечує збільшення піноутворюючої здатності в 2,1 рази. Подальше збільшення вмісту ПАР E471 до 1,0% призводить до зниження піноутворюючої здатності піни до $126 \pm 5\%$. За цих умов стійкість піни для всіх систем становить $99 \pm 1\%$. ПАР E471 забезпечує емульгування жиру, зменшуючи вільну енергію Гіббса на границі розділу фаз водний розчин-олія, тим самим зменшуючи рушійну силу десорбції білка з міжфазної границі водний розчин-повітря.

Отже, експериментально підтверджено, що введення ПАР E471 забезпечує збільшення піноутворюючої здатності та стійкості піни модельних дисперсних поліфазних систем.

Наступні дослідження проводилися для визначення поведінки систем за введення ПАР E471 на піноутворюючу здатність та стійкість піни модельних систем, що включають всі компоненти. Результати досліджень представлено на рис. 3.29.

За результатами досліджень спостерігаємо, що збільшення вмісту ПАР E471 з 0,2 % до 1 % дозволяє збільшити піноутворюючу здатність з $110\pm 4\%$ до $302\pm 12\%$. Зі збільшенням концентрації ПАР E471 з 1% до 1,2% піноутворююча здатність зменшується до $252\pm 10\%$. За результатами раціональний вміст ПАР E471 у технології напівфабрикату суфле становить 0,9...1,0%.

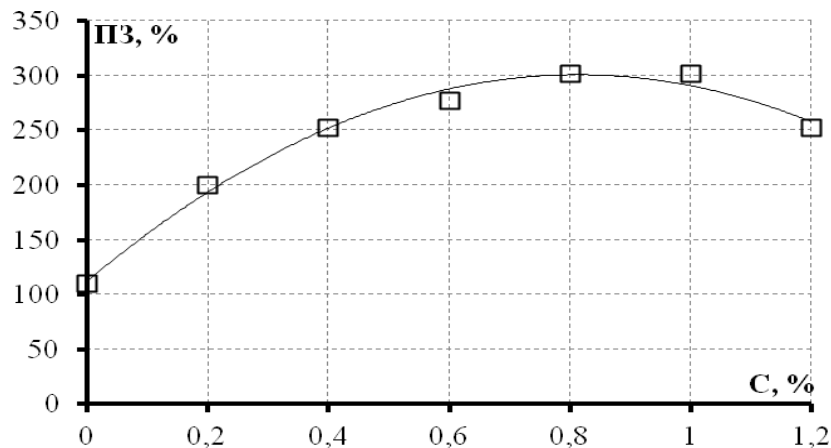


Рисунок 3.29 - Піноутворююча здатність поліфазних дисперсних систем «яєчний білок-масло вершкове-шоколад-згущене молоко-агар-цукровий сироп-E471» від вмісту E 471

За результатами проведених досліджень з визначення піноутворюючої здатності та стійкості піни модельних систем визначено раціональний вміст основних рецептурних компонентів напівфабрикату суфле (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Раціональний вміст основних рецептурних компонентів напівфабрикату суфле

Найменування рецептурного компоненту	Вміст, %
Яєчний білок сухий	10,0...11,0
Цукровий сироп 60%	30,0...32,5
Агар	0,8...0,9
Спред солодковершковий 72,5% жирності	20,0...25,0
Какао порошок	3,0...3,6
Шоколад темний	15,0...17,0
Згущене молоко	12,5...15,0
ПАР Е471	0,9...1,0

Таким чином, проведені дослідження з визначення піноутворюючої здатності підтверджують, що введення ПАР Е471 забезпечує збільшення піноутворюючої здатності модельної системи в 2,75 разів порівняно з системами без використання ПАР Е471.

В основу удосконалення технологічного процесу виробництва суфле з використанням низькомолекулярних ПАР було покладено системний підхід, згідно з яким технологічну систему можна розділити на декілька підсистем, функціонування яких призводить до отримання нової продукції.

Особливістю технологічного процесу виробництва суфле є реалізація принципу взаємодії рецептурних компонентів з низькомолекулярними поверхнево-активними речовинами. Для виробництва суфле нами обґрунтовано використання низькомолекулярних ПАР, з метою надання готовій продукції пишної пінної маси.

Користуючись результатами проведених досліджень, нами розроблено проекти рецептурного складу (табл. 3.8, 3.9) напівфабрикату суфле шоколадного та вершкового для десертної продукції та борошняних кондитерських виробів і технологічні схеми їх виробництва (рис. 3.30, 3.31).

Таблиця 3.8 – Проект рецептурного складу напівфабрикату суфле шоколадного з використанням низькомолекулярних ПАР

Найменування рецептурних компонентів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати на 1000 кг продукції, кг	
		В натурі	В сухих речовинах
Цукор білий	99,85	350,0	346,50
Вода питна	0,00	250,0	0,00
Шоколад темний	91,00	150,0	136,50
Агар	85,00	8,0	6,65
Згущене молоко	75,00	125	90
Спред солодковершковий	84,00	250	210
Ванілін	99,85	8,1	8,1
Білок яєчний	12,00	100	100
Кислота лимонна	98,00	8,1	8,1
Какао порошок	95,00	36	34,2
Е 471	85,00	10	10
Всього		1284,2	950,05
Вихід		1000,0	722,04

Таблиця 3.9 – Проект рецептурного складу напівфабрикату суфле вершкового з використанням низькомолекулярних ПАР

Найменування рецептурних компонентів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати на 1000 кг продукції, кг	
		В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4
Цукор білий	99,85	350,0	346,50
Вода питна	0,00	250,0	0,00
Сир м'який	35,00	150,0	136,50

Кінець таблиці 3.9			
1	2	3	4
Агар	85,00	8,0	6,65
Згущене молоко	75,00	125	90
Вершки 20% жирності	30,00	286	244,2
Ванілін	0,00	8,1	8,1
Білок яєчний	12,00	100	100
Кислота лимонна	98,00	8,1	8,1
Е 471	85,00	10	10
Всього		1284,2	950,05
Вихід		1000,0	722,04

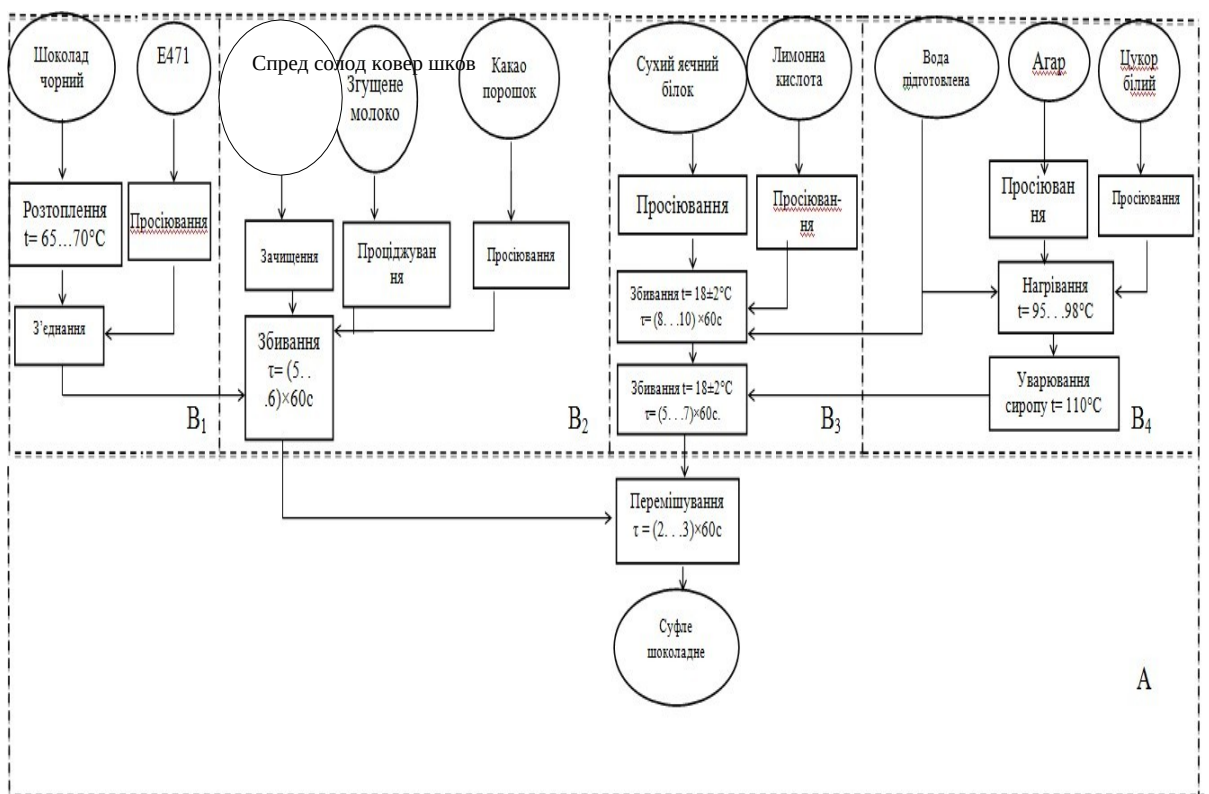


Рисунок 3.30 – Технологічна схема виробництва напівфабрикату суфле шоколадного для десертної продукції та борошняних кондитерських виробів

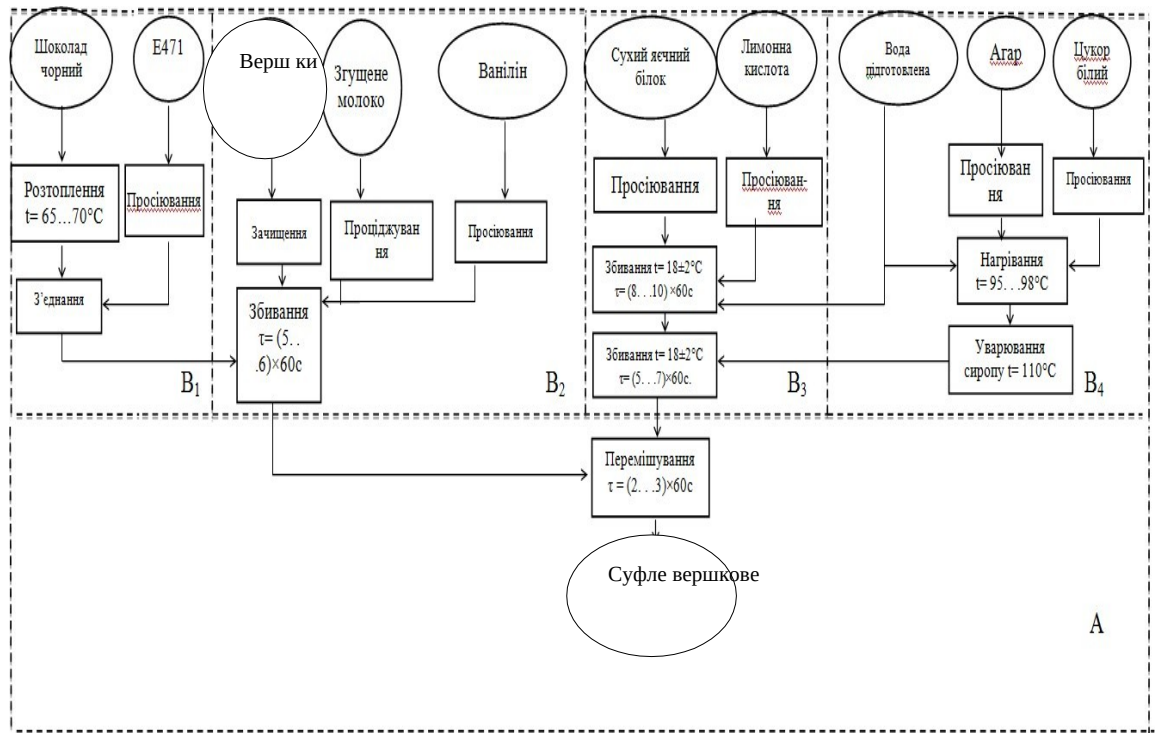


Рисунок 3.31 – Технологічна схема виробництва напівфабрикату суфле вершкове для десертної продукції та борошняних кондитерських виробів

3.3 Обґрунтування та розроблення проекту технології та рецептурного складу бісквіту шоколадного з використанням низькомолекулярних поверхнево-активних речовин

В даний час спостерігається тенденція направлена на розробку та удосконалення технологій, що забезпечують одержання продуктів зі стабільними показниками якості не залежно від використаної додаткової сировини. До таких продуктів відносяться бісквітні напівфабрикати, що представляють собою піноподібну дисперсну систему з її наступним видаленням при випіканні.

Структура багатьох кондитерських виробів є поліфазною, що складається з декількох фаз з різним вмістом, агрегатним станом, складом, дисперсністю. На сьогоднішній день накопичений значний обсяг теоретичних та прикладних

аспектів одержання пін, які за своєю структурою є зазначеними дисперсними системами. Дослідження створення та стабілізації пін, які об'єднують відомі експериментально підтверджені аспекти, зумовлені складом систем і способом їх одержання, постійно розвиваються й доповнюються новими науковими даними. Однак дослідження, які б забезпечували одержання та стійкість харчових продуктів з поліфазною дисперсною структурою, практично відсутні та носять розрізнений характер, результатом чого є стримування розвитку та інтенсифікації технологій харчових продуктів з ПДС. Тому необхідним є аналіз одержання та стабілізації пін [24].

Аналізуючи напрями з удосконалення технології бісквітного напівфабрикату, можна виділити такі:

- покращення піноутворюючої здатності і піностійкості маси, що збивається, для підвищення якості виробів;
- інтенсифікація процесу отримання піноподібної структури бісквітного тіста;
- зниження калорійності та підвищення біологічної цінності бісквітного напівфабрикату, надання йому дієтичних властивостей;
- розширення асортименту бісквітної продукції за рахунок регулювання її рецептурного складу;
- гальмування процесів черствіння і збільшення термінів зберігання виробів [27].

Слід зазначити, що більшість цих завдань можна вирішити комплексно за рахунок використання різних харчових добавок, які розрізняються за своїм хімічним походженням, будовою, функціональними властивостями і характером взаємодії з компонентами рецептури виробів. Всю різноманітність добавок, що використовуються у технологіях бісквітних виробів, за хімічним походженням і функціональними властивостями можна умовно поділити наступним чином:

- білковмісна сировина тваринного та рослинного походження;
- вуглеводовмісна сировина;

– ПАР та суміші на їх основі [32].

Для утворення і стабілізації кондитерських пін широко використовуються білкові компоненти, оскільки агрегація денатурованих макромолекул білків обумовлює наростання міцності міжфазного адсорбційного шару [31].

Однією з умов утворення стабільної пінної структури є необхідність зниження поверхневого натягу рідини, яке досягається введенням у бісквітне тісто ПАР. Ці речовини часто виявляють суміжні технологічні функції піноутворювачів, стабілізаторів та емульгаторів і знаходять використання в технологіях різних збивних мас.

На жаль, виробники сучасної вітчизняної кондитерської промисловості повинні вирішувати багато проблем, пов'язаних із виробництвом даного напівфабрикату. Виробництво даного виду продукції у закладах ресторанної індустрії є не доцільним через складний технологічний процес. Адже наявність шоколаду у традиційній рецептурі викликає виникнення нестабільної пінної системи, що суттєво погіршує якість готової продукції. Виробництво у промислових масштабах бісквіту шоколадного вимагає удосконалення традиційної рецептури.

Основним недоліком традиційної технології виробництва бісквіту шоколадного є низька стійкість піни, що викликано впливом шоколаду. У результаті цього шоколадні частинки потрапляють у міжфазну поверхню вода-повітря і знижують об'єм піни дисперсної поліфазної системи, що не дозволяє реалізувати виробництво бісквіту шоколадного індустріальними методами.

Виходячи з того, що перед випіканням бісквіт шоколадний являє собою поліфазну дисперсну систему, в якій є шоколадні частинки та диспергована повітряна фаза, що вимагає необхідності забезпечення технологічної стійкості цієї системи. Якість готових виробів перш за все визначається величиною піноутворюючої здатності та стійкості піни до видалення дисперсійного середовища (випікання) [21].

Тому, базуючись на функціонально-технологічних властивостях бісквіту шоколадного, стійкість можна забезпечити за допомогою стеричної стабілізації.

Для забезпечення технологічної стійкості бісквіту шоколадного необхідно забезпечити:

- відсутність процесу коалесценції;
- відсутність флотації жирових частинок;
- зменшення розмірів шоколадних частинок.

Саме для вирішення цих проблем є актуальним використання інноваційних технологій виробництва бісквіту шоколадного за допомогою введення певних допоміжних речовин, що допоможуть досягти стійкої, об'ємної піни та можливості виготовлення бісквіту шоколадного у промислових масштабах.

Слід зазначити, що більшість цих завдань можна вирішити комплексно за рахунок використання поверхнево-активних речовин (ПАР) та сумішей на їх основі.

Вирішення складнощів під час виробництва бісквіту шоколадного є універсальним, що дозволить використовувати дану модель у виробництві повітряно-горіхових напівфабрикатів тощо.

Перша проблема, яка потребує вирішення, виникає на етапі збивання білкового напівфабрикату і являє собою те, що подрібненню бульбашок протидіє капілярний тиск, який пропорційний поверхневому натягу і обернено пропорційний радіусу дисперсної частинки. Різниця в капілярному тиску двох суміжних бульбашок викликає дифузію газу і призводить до їх коалесценції.

Коалесценція – це злиття бульбашок повітря всередині рухомого середовища (рідини) або на поверхні тіла. Коалесценція супроводжується укрупненням бульбашок і обумовлена дією сил міжмолекулярної тяжіння. Це мимовільний процес (супроводжується зменшенням вільної енергії системи).

Піни в результаті коалесценції можуть перестати існувати як дисперсні системи і повністю розділитися на дві макрофази: рідина-газ.

Вирішенням цієї проблеми – є використання у технології бісквіту шоколадного ПАР, які протидіють коалесценції, що викликано градієнтом поверхневого натягу.

Для досягнення відсутності флоатації та адгезії шоколадних частинок на бульбашках повітря необхідно забезпечити гідрофілізацію шоколадних частинок, за рахунок ПАР. Також необхідним є зменшення розміру шоколадних частинок, щоб вони не флотували та не адсорбувалися на бульбашках повітря.

Гідрофілізація поверхні може бути забезпечено за значного вмісту дистильованих моногліцеридів у жировій фазі, яке досягається шляхом нагрівання суміші: шоколаду та дистильованих моногліцеридів, до відповідних температур.

Окрім одержання гідрофілізованих частинок шоколаду, необхідним є забезпечення умов піноутворення шляхом забезпечення відповідного розміру шоколадних частинок, для можливості їх зосередження у каналах Плато-Гіббса, та відсутності впливу на дисперсійне середовище. Це може бути досягнуто шляхом нанесення шоколаду з гідрофілізованою поверхнею у рідкому стані на охолоджений порошкоподібний наповнювач, з наступним охолодженням та подрібненням системи до стану шоколадного порошку.

Вирішення цих завдань дозволить створити новий функціональний продукт з покращеними та стабільними показниками якості.

З метою забезпечення стабільних та високих показників якості, є необхідність в удосконаленні технології виробництва бісквіту шоколадного шляхом вивчення його функціонально-технологічних властивостей та властивостей поверхнево-активних речовин.

Для обґрунтування технології бісквіту шоколадного з використанням ПАР необхідно провести комплекс експериментальних досліджень:

- вивчити вплив технологічних чинників на фізико-хімічні властивості бісквіту шоколадного;
- визначити вплив ПАР на температуру застигання та крайовий кут змочування шоколаду;
- визначити вид порошкоподібного наповнювача для шоколадного порошку;
- виявити вплив ПАР на процеси утворення та стабілізації пін;

– науково обґрунтувати параметри технологічного процесу виробництва бісквіту шоколадного.

Згідно з інноваційним задумом, для одержання бісквіту шоколадного з високою піноутворюючою здатністю необхідно забезпечити змочування шоколадних частинок для протидії їх флоатації. Для цього необхідно забезпечити:

– утворення суспензії, за рахунок реалізації поверхнево-активних властивостей білків яйця та ПАР;

– забезпечення умов відсутності флоатації та адгезії шоколадних частинок за рахунок їх гідрофілізації;

– забезпечення умов піноутворення та стабілізації піни шляхом термообробки системи.

Для досягнення відсутності флоатації та адгезії шоколадних частинок на бульбашках повітря необхідно забезпечити гідрофілізацію шоколадних частинок, за рахунок ПАР. Також необхідним є зменшення розміру шоколадних частинок, щоб вони не флотували та не адсорбувалися на бульбашках повітря.

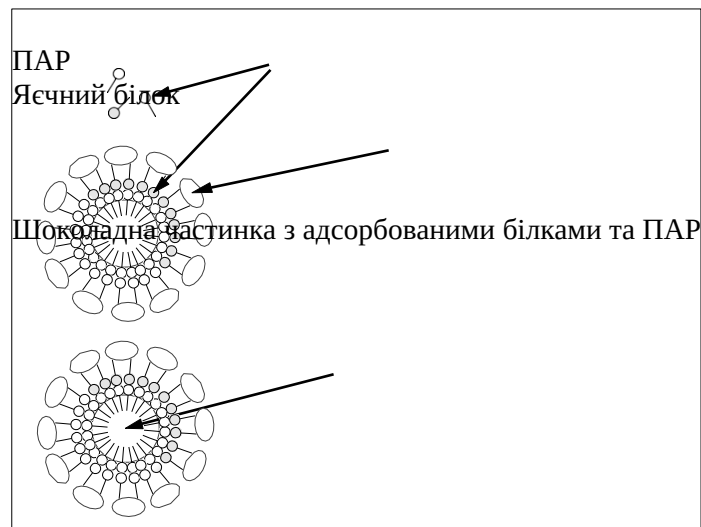
Гідрофілізація поверхні може бути забезпечено за значного вмісту дистильованих моногліцеридів у жировій фазі, яке досягається шляхом нагрівання суміші: шоколаду та дистильованих моногліцеридів, до відповідних температур 75...78 °С.

Окрім одержання гідрофілізованих шоколадних частинок, необхідним є забезпечення умов піноутворення шляхом забезпечення відповідного розміру шоколадних частинок, для можливості їх зосередження у каналах Плато-Гіббса, та відсутності впливу на дисперсійне середовище. Це може бути досягнуто шляхом нанесення шоколаду з гідрофілізованою поверхнею у рідкому стані на охолоджений порошкоподібний наповнювач, з наступним охолодженням та подрібненням системи до стану шоколадного порошку. Під час нанесення шоколаду з гідрофілізованою поверхнею на охолоджений порошкоподібний наповнювач необхідно забезпечити найшвидшу кристалізацію жирових частинок шоколаду, що призведе до зменшення шоколадних частинок при

подрібненні. По-перше це досягається шляхом контролю різниці температур між граничною температурою застигання шоколаду, та температурою порошкоподібного наповнювача, по-друге – охолодженням порошкоподібного наповнювача до необхідної температури. Нанесення шоколаду за граничної температури застигання, та охолодження порошкоподібного наповнювача дозволяють зменшити час витрачаємий на кристалізацію жирових частинок шоколаду.

Також, необхідним є одержання стійкої піни. Це може бути досягнуто за необхідного вмісту білків на межі розділу фаз. Отже, в системі повинна бути достатня кількість білків для піноутворення.

Модель утворення бісквіту шоколадного з ПДС шляхом стеричної стабілізації передбачає одержання порошкоподібного гідрофілізованого шоколаду (рис. 3.32, а), збивання системи (рис. 3.32, б) та стабілізацію системи за рахунок термообробки (рис. 3.32, в).



а) емульгування

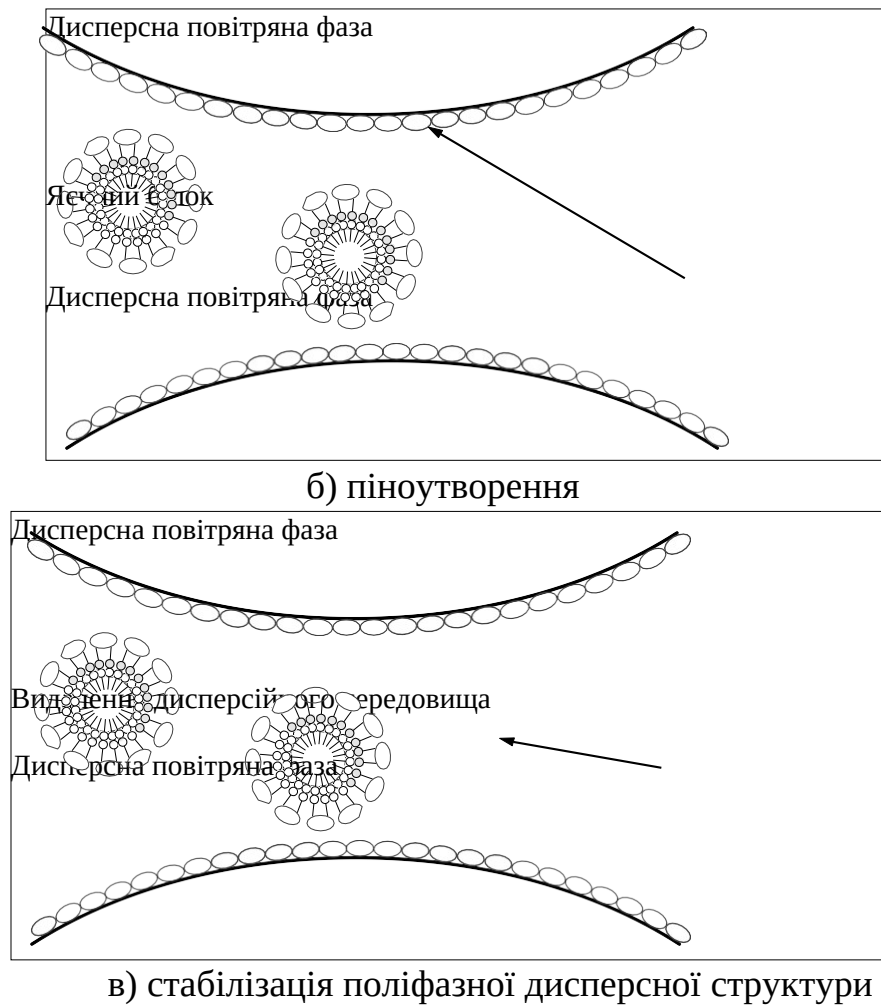


Рисунок 3.32– Модель утворення бісквіту шоколадного з ПДС шляхом стеричної стабілізації

Відповідно до завдання передбачається удосконалення технології шоколадного бісквіту, для одержання якого необхідно обґрунтувати спосіб введення шоколаду в рецептурну суміш. Для визначення особливостей утворення поліфазних дисперсних структур у модельній системі бісквіту шоколадного з використанням ПАР проведено серію експериментів з визначення впливу вмісту ПАР величину ПЗ та якість отриманих поліфазних дисперсних структур.

З підвищенням вмісту E471 температура застигання шоколаду зростає. Так, введення 0,2% E471 забезпечує збільшення температури з 21 до 30°C, а за

вмісту 2% E471 температура застигання шоколаду складає $(54 \pm 1)^\circ\text{C}$ (рис. 3.33).

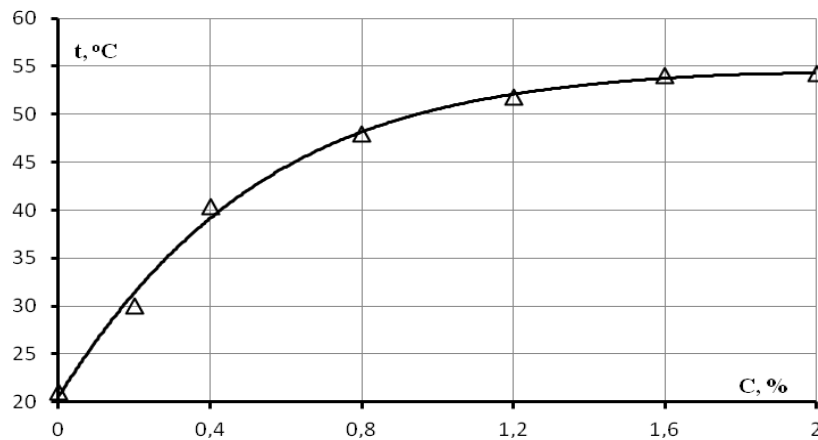


Рисунок 3.33 – Температура застигання шоколаду від вмісту E471

Підвищення температури застигання шоколаду є необхідною умовою для створення напівфабрикату «Шоколадний порошок». Визначення температури застигання необхідно для коригування різниці температури між шоколадом та порошкоподібним наповнювачем на який він наноситься з метою одержання шоколадного порошку.

Введення E471 окрім підвищення температури застигання шоколаду повинно забезпечувати гідрофілізацію його частинок. Це повинно позитивно впливати на піноутворюючу здатність та стійкість піни. Для запобігання флотації шоколадних частинок та забезпечення стійкості піни під час збивання та випікання визначали граничний кут змочування шоколаду за введення до його складу E471. За введення до шоколаду E471 відбувається гідрофілізація шоколадних частинок. З підвищенням вмісту E471 здатність змочування поверхні шоколаду зростає. Введення 0,4% E471 забезпечує зменшення крайового кута змочування від 44° до 40° , а за вмісту 1,75...2% E471 відбувається повне змочування гідрофобної поверхні (рис. 3.34).

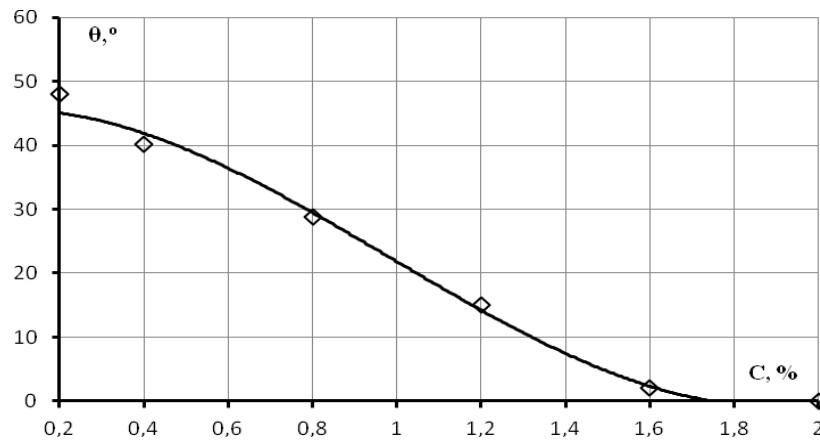


Рисунок 3.34 – Крайовий кут змочування шоколаду від вмісту E471

Відповідно з інноваційним задумом розробки напівфабрикату «Шоколадний порошок» передбачається використання порошкоподібних наповнювачів. Для визначення виду наповнювача проаналізовано основні фізико-хімічні показники порошкоподібних наповнювачів (табл. 3.10).

Таблиця 3.10 – Основні фізико-хімічні показники порошкоподібних наповнювачів

Найменування показника	Вид порошкоподібного наповнювача		
	Цукор білий	Декстроза	Мальтодекстрин
Декстрозний еквівалент, %	0	99...99,5	10...20
Вологість, %	0,3...1	5...7	5...7
Розмір часток, м	$(0,2...2,5) \times 10^{-3}$	$(1...3) \times 10^{-6}$	$(1...3) \times 10^{-6}$

За допомогою проведених досліджень стає можливим надати бальну оцінку органолептичних та фізико-хімічних показників шоколадного порошку які наведені у таблиці 3.11 та обґрунтувати вибір порошкоподібного наповнювача.

Таблиця 3.11 – Бальна оцінка органолептичних показників шоколадного порошку

Найменування показника	Коефіцієнт важливості	Оцінка (1...5)			Бали (0...5)		
		Цукор білий	Декстроза	Мальтодекстрин	Цукор білий	Декстроза	Мальтодекстрин
Розмір частинок шоколадного порошку	0,3	1	5	5	0,3	1,5	1,5
Колір	0,1	3	4	4	0,3	0,4	0,4
Смак	0,4	5	5	3	2	2	1,2
Запах	0,2	5	5	4	1	1	0,8
Разом:	-	-	-	-	3,6	4,9	3,9

На основі одержаних даних визначено, що за результатами оцінки органолептичних показників найбільш раціональним є використання як порошкоподібного наповнювача декстрази, для одержання шоколадного порошку.

Для розробки технології одержання напівфабрикату шоколадний порошок необхідним є визначення раціонального вмісту рецептурних компонентів, впливу вмісту шоколаду на зовнішній вигляд шоколадного порошку (табл. 3.12).

Таблиця 3.12 – Вплив вмісту шоколаду на зовнішній вигляд напівфабрикату шоколадний порошок

Вміст шоколаду, %	Зовнішній вигляд та консистенція
1	2
20	Сипучий порошок, без грудочок
25	Сипучий порошок, без грудочок
30	Сипучий порошок, без грудочок
35	Сипучий порошок, без грудочок
40	Сипучий порошок, без грудочок
45	Сипучий порошок, без грудочок

Кінець таблиці 3.12

1	2
50	Сипучий порошок, спостерігається утворення грудочок які легко руйнуються
55	Переважає кількість продукту представлена грудочками (агломератами), які не руйнуються
60	Переважає кількість продукту представлена грудочками (агломератами), які не руйнуються
65	Пастоподібна маса

Під час аналізу зовнішнього вигляду та консистенції враховували сипучість продукту, наявність агломератів та їх руйнування. Встановлено, що раціональний вміст шоколаду у напівфабрикаті «Шоколадний порошок» становить 50%, вид порошкоподібного наповнювача – декстроза.

З метою визначення та коригування температурних параметрів нанесення шоколаду з гідрофілізованими частинками на порошкоподібний наповнювач визначали різницю температур між шоколадом та декстрозою за вмісту E471 0,2...2% (рис. 3.35).

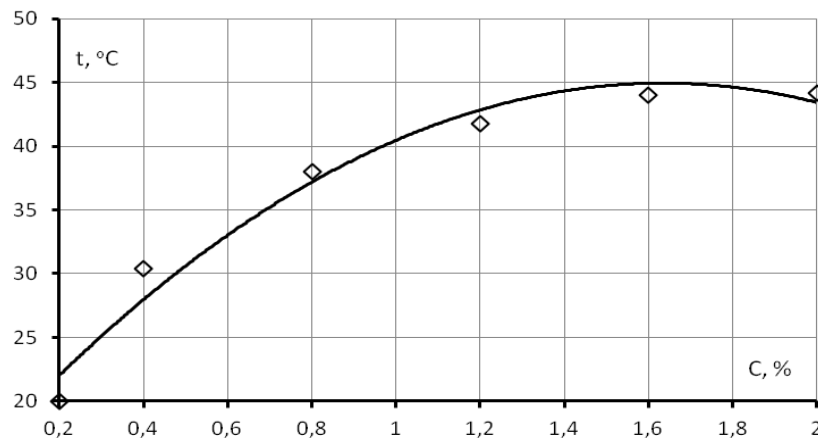


Рисунок 3.35 – Різниця температур шоколад – декстроза від вмісту ПАР – E471

Розміри частинок шоколадного порошку, ймовірно впливають на піноутворюючу здатність та стійкість піни. Тому необхідно забезпечити мінімально можливий їх розмір. Визначено залежність розміру часток шоколадного порошку від вмісту ПАР E471 (табл. 3.13). за допомогою мікроскопіювання зразків.

Таблиця 3.13 – Розміри часток шоколадного порошку за різного вмісту E471

Вміст E471,%	Вміст та розмір фракції, %					
	<1 мкм	1<5 мкм	5< 10 мкм	10< 15 мкм	15< 20 мкм	> 20 мкм
0,2	39,8	28,7	24	5	-	2,5
0,4	39,8	29,5	25,1	-	3,1	2,5
0,8	36,7	29,9	27,1	4	2,4	-
1,2	36	32,2	28,5	-	3,3	-
1,6	41,1	27,8	26	-	5,2	-
2,0	38,8	31,2	30	-	-	-
Усього:	Норма		Допустимо	Не допустимо		
0,2	68,5		24	7,5		
0,4	69,3		25,1	5,6		
0,8	66,6		27,1	6,4		
1,2	68,2		28,5	3,3		
1,6	68,9		26	5,2		
2,0	70		30	-		

Встановлено, що зі збільшенням вмісту ПАР E471 від 0,2 до 2,0% діаметр часточок шоколадного порошку зменшується. За введення 1,2...2,0% E471 превалююча фракція шоколадних частинок з розміром до 5 мкм.

Зменшення частинок шоколадного порошку дозволить підвищити ПЗ за рахунок того, що частинки шоколадного порошку не будуть флотувати та адсорбуватися на бульбашках повітря, а розміщуватимуться у каналах Плато-Гіббса.

Для визначення раціональної температури збивання рецептурної суміші. Визначено вплив температури на величину ПЗ рецептурної суміші (рис. 3.36).

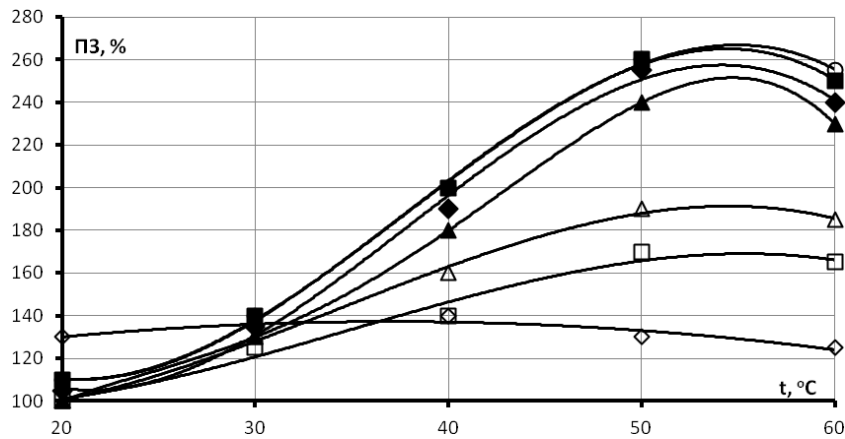


Рисунок 3.36 – Піноутворююча здатність модельних систем від температури збивання (яйця – 45%, шоколад – 22,5%, декстроза – 22,5%, цукор білий – 5,55%, вода – 5,55%, Е471) за вмісту Е471, %: \diamond – 0, \square – 0,2, Δ – 0,4, \blacktriangle – 0,8, \blacklozenge – 1,2, \circ – 1,6, \blacksquare – 2.

Як свідчать отримані дані, ПЗ як дослідних, так і контрольних зразків з підвищенням температури збільшується. Максимальна величина ПЗ всіх систем (окрім контролю) досягається за температури 50°C. Підвищення температури системи до 60°C призводить до зниження ПЗ. Стійкість піни, отриманої під час збивання всіх зразків суміші з Е471 у дослідному інтервалі температур однаковою і складає $(99\pm 1)\%$, а контрольного зразка – $(85\pm 1)\%$.

Збільшення ПЗ з підвищення температури до 50°C пов'язано зі зменшенням в'язкості системи та зі збільшення кількості ПАР у водному середовищі за рахунок неповного розчинення частинок шоколадного порошку, а зниження ПЗ за температури вище 50°C пов'язано з тим, що шоколад повністю розплавився, і зменшиться змочуваність шоколадних частинок.

Визначено ПЗ модельних систем з шоколадним порошком. Встановлено, що з підвищенням вмісту Е471 ПЗ системи зростає. ПЗ контрольного зразка яєчно-цукрової суміші (без вмісту Е471, з введенням шоколаду у рідкому стані) складає 120%. Введення 0,2% Е471 до системи підвищує ПЗ з $(120\pm 6)\%$ до $(170\pm 8)\%$, а за вмісту 1,4...2% Е471 ПЗ системи складає $(260\pm 13)\%$ (рис. 3.37). Склад модельних систем: (яйця – 45%, шоколад – 22,5%, декстроза – 22,5%,

E471 – 0,2...2,0%, цукор білий – 5,55%, вода – 5,55%). За температури збивання систем (50 ± 2) °C.

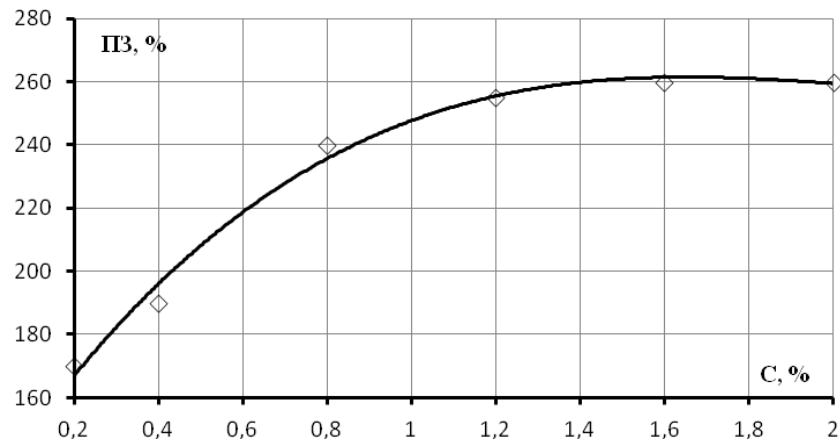


Рисунок 3.37 – ПЗ модельних систем (яйця – 45%, шоколад – 22,5%, декстроза – 22,5%, цукор білий – 5,55%, вода – 5,55%, E471) від вмісту E471, за температури збивання 50 ± 2 °C

Підвищення вмісту ПАР в суміші вище 2% призводить до зниження органолептичних показників випечених виробів, зокрема зменшенню пористості, зниженню висоти випеченого бісквітного напівфабрикату.

Для визначення раціональної тривалості збивання системи визначено час збивання за якого досягається максимальна ПЗ системи залежно від вмісту E471 (рис. 3.38).

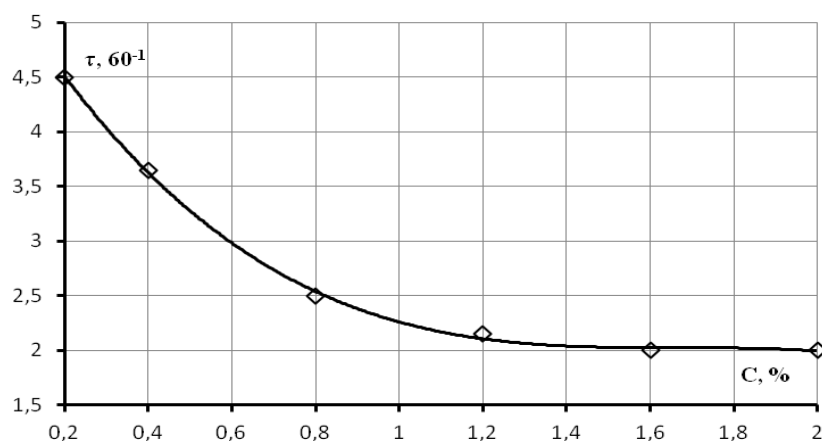


Рисунок 3.38 – Залежність часу збивання систем (яйця – 45%, шоколад – 22,5%, декстроза – 22,5%, цукор білий – 5,55%, вода – 5,55%, E471) від вмісту E471

Час збивання контрольного зразка (за традиційною технологією) становить $(10 \pm 0,2) \times 60$ с. Аналіз одержаних даних свідчить, що при введенні E471 за концентрації 0...2% час збивання рецептурної суміші до отримання максимального об'єму піни зменшується від $(10 \pm 0,2) \times 60$ с. до $(2 \pm 0,2) \times 60$ с, тобто це дозволяє скоротити процес збивання в 5 разів.

Узагальнюючи результати проведених досліджень визначено вміст ПАР E471, який становить 1,6% до маси бісквітного напівфабрикату. Визначено, що для одержання напівфабрикату «Шоколадний порошок» доцільно використовувати декстрозу та кількість шоколаду до маси напівфабрикату 50%. Введення шоколаду у вигляді шоколадного порошку дозволяє: підвищити ПЗ бісквіту шоколадного з $(120 \pm 6)\%$ до $(260 \pm 13)\%$, скоротити тривалість процесу збивання яєчно-цукрової суміші в 5 разів, за збільшення СП з $(85 \pm 1)\%$ до $(99 \pm 1)\%$, що у свою чергу дозволяє значно підвищити висоту випеченого напівфабрикату. Використання шоколадного порошку є доцільним за підігріву рецептурної суміші до температури $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Проведені експериментальні дослідження стали підґрунтям для розроблення рецептурного складу бісквітних напівфабрикатів (табл. 3.14).

Таблиця 3.14 – Рецептурний склад бісквітних напівфабрикатів

Найменування рецептурного компонента	Масова частка сухої речовини, %	Витрати сировини на 100 кг готового продукту, кг					
		Бісквіт шоколадний 20 %		Бісквіт шоколадний 15 %		Шоколадний фондан 20 %	
		у натурі	у сухих речовинах	у натурі	у сухих речовинах	у натурі	у сухих речовинах
1	2	3	4	5	6	7	8
Напівфабрикат «Шоколадний порошок»							
Шоколад 78% какао-продуктів	98,5	25,0	24,625	18,75	18,45	25,0	24,625
Моногліцериди жирних кислот	99,7	2,0	1,995	2,0	1,995	2,0	1,995
Декстроза	95,0	25,0	23,75	18,75	17,81	25,0	23,75
Усього:		52,0	50,37	39,5	38,255	52,0	50,37

Кінець таблиці 3.14							
1	2	3	4	5	6	7	8
Напівфабрикати «Шоколадний фондан», «Бісквіт шоколадний»							
Цукор білий	99,7	6,25	6,23	19,53	19,47	6,25	6,23
Меланж яєчний	27,0	50,0	13,5	38,94	10,51	50,0	13,5
Борошно пшеничне	85,5	11,25	9,62	19,53	16,70	11,25	9,62
Вода питна	0	5,5	0	7,5	0	5,5	0
Усього:		73,0	29,35	85,5	46,68	73,0	29,35
Разом:		125	79,72	125	84,935	125	79,72

Проведені експериментальні дослідження дозволили науково обґрунтувати склад модельних систем та окремі параметри технологічного процесу одержання бісквіту шоколадного. Узагальнення результатів роботи показало, що ПАР у технології бісквіту доцільно використовувати в двох напрямках: для стабілізації піноподібної структури бісквітного тіста і покращення показників якості готових виробів, а також збільшення піноутворювальної здатності. Крім того, застосування ПАР дозволяє скоротити процес збивання яєчно-цукрової суміші в 5 разів.

Обґрунтовано та розроблено технологію виробництва: бісквіту шоколадного та фондану шоколадного, яку представлено як цілісну систему, в межах якої виділено підсистеми – С3, С2, С1, В3, В2, В1, А2, А1.

Підсистема С3 «Отримання напівфабрикатів: «Суміш шоколадно-моногліцеридна», «Декстрога охолоджена»». Усі сухі компоненти (декстрога, моногліцериди) просіюють через дрібне сито з розміром отворів $(1...3) \times 10^{-3}$ м для видалення сторонніх домішок. Шоколад подрібнюють (для швидшого розтоплення) та перемішують з моногліцеридами протягом 1×60 с. Декстрогу просіану охолоджують до температури 12°C для подальшого використання.

Підсистема С2 «Отримання напівфабрикату «Суміш яєчно-цукрова»». Цукор білий просіюють через дрібне сито з розміром отворів $(1...3) \times 10^{-3}$ м для видалення сторонніх домішок. Просіяний цукор білий перемішують з яєчним меланжем та питною водою протягом 1×60 с для подальшого використання.

Підсистема С1 «Отримання напівфабрикату «Борошно пшеничне просіяне»». Підготовлене борошно просіюють через дрібне сито з розміром отворів $(1...3) \times 10^{-3}$ м для запобігання знаходження у ньому сторонніх домішок та його аерації.

Підсистема В3 «Отримання напівфабрикатів: «Шоколадний порошок», «Суміш рецептурна збита»». У міксері напівфабрикат «Суміш шоколадно-моногліцеридна» нагрівають до температури $75...78^{\circ}\text{C}$ охолоджують до температури $(56 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$. З'єднують з напівфабрикатом «Декстроза охолоджена», перемішують протягом $(2...3) \times 60$ с до рівномірного розподілення компонентів. Отриману суміш охолоджують до температури $13...15^{\circ}\text{C}$ та подрібнюють протягом $(10...12) \times 60$ с до розмірів частинок $(1...5) \times 10^{-6}$ м для отримання напівфабрикату «Шоколадний порошок». До дежі збивальної машини всипають напівфабрикат «Шоколадний порошок» та напівфабрикат «Суміш яєчно-цукрова» та перемішують протягом $(2...3) \times 60$ с. Отриману суміш нагрівають до температури $(50 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ та збивають протягом $(2...3) \times 60$ с за швидкості обертального органу $10...12 \text{c}^{-1}$. Отриману піну з'єднують з напівфабрикатом «Борошно просіяне» та перемішують протягом $(1...2) \times 60$ с.

Підсистема В2 «Отримання напівфабрикату «Шоколадний фондан»». Збиту рецептурну суміш завантажують у дозатор для тіста і відсаджують у форму. Випікають напівфабрикати в конвекційній печі за температури $180...187^{\circ}\text{C}$ залежно від маси напівфабрикату протягом $(3...5) \times 60$ с.

Підсистема В1 «Отримання напівфабрикату «Бісквіт шоколадний»». Збиту рецептурну суміш відсаджують у форму або на силіконову стрічку. Випікають напівфабрикати за температури $180...187^{\circ}\text{C}$ залежно від маси напівфабрикату протягом $(13...14) \times 60$ с.

Підсистема А2 «Отримання готової продукції шоколадний фондан». Проводяться дії з реалізації шоколадного фондану. *Підсистема А1 «Отримання готової продукції бісквіт шоколадний».* Напівфабрикат охолоджують до температури $18...20^{\circ}\text{C}$, фасують, пакують, маркують, і направляють на подальше зберігання чи реалізацію.

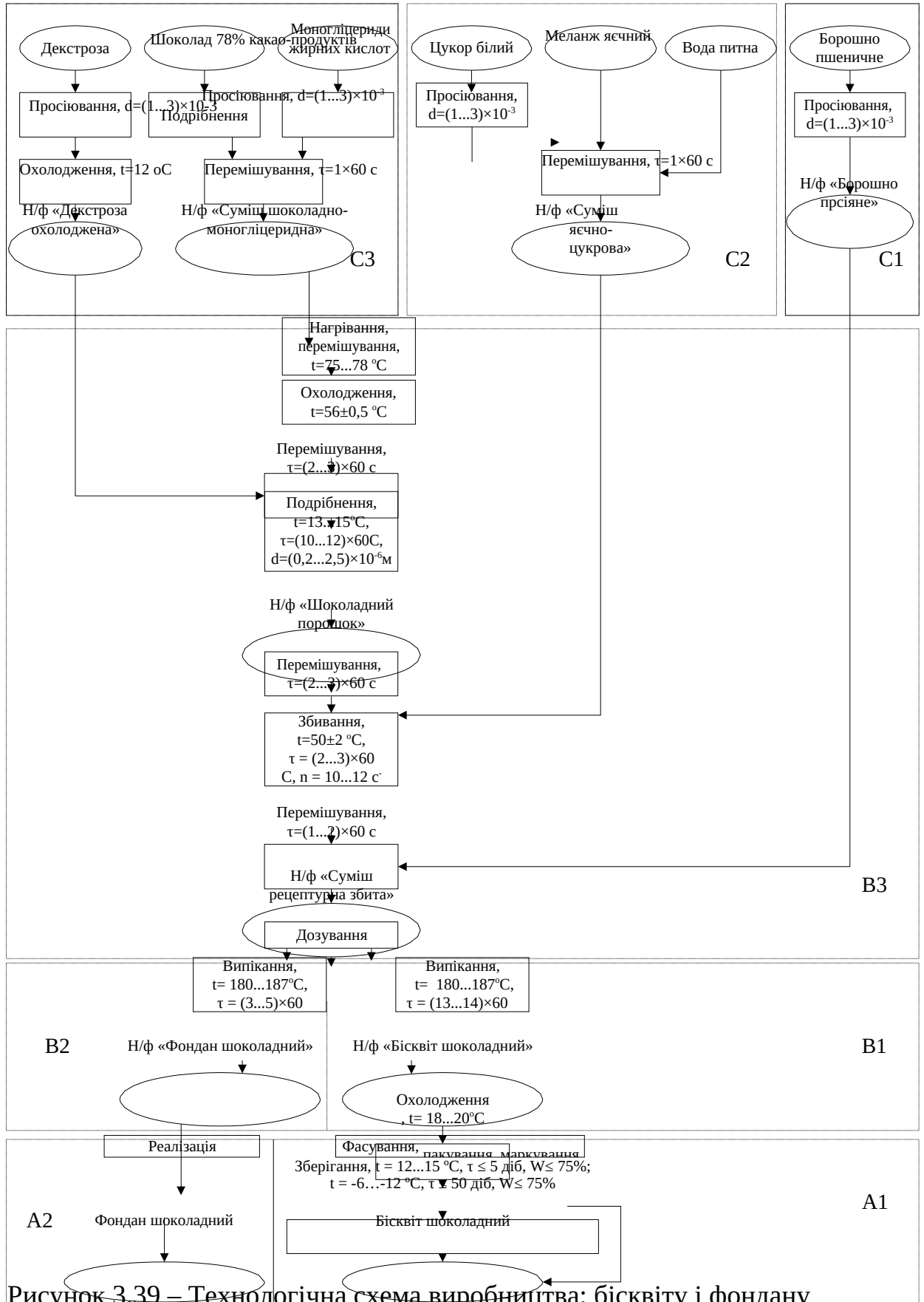


Рисунок 3.39 – Технологічна схема виробництва: бісквіту і фондану

шоколадного

ВИСНОВКИ

1. Визначено сучасні тенденції розвитку технології виробництва молочних коктейлів, напівфабрикату суфле та напівфабрикатів збивних випечених кондитерських, а саме бісквіту шоколадного, здійснено аналіз рецептурного складу та технологічного процесу виробництва піноподібної та піноемультсійної продукції; зазначено теоретичні аспекти формування піноподібних та піноемультсійних харчових систем.

2. Встановлено, що створення високоякісних харчових продуктів нового покоління, молочних напоїв, напівфабрикату суфле та напівфабрикатів збивних випечених кондитерських (бісквіту шоколадного), базується на виборі різних видів сировини в таких співвідношеннях, які забезпечують відмінну якість готового продукту, високі органолептичні показники, споживчі та технологічні характеристики.

3. Встановлено, що регулювання технологічних та органолептичних властивостей пінних та піноемультсійних продуктів можливе за рахунок використання ПАР та їх сумішей, що може бути досягнуто за рахунок науково-обґрунтованого використання певних видів ПАР. Це продиктовано їх різними фізико-хімічними властивостями, зокрема, їх будовою та складом.

4. Відповідно до мети та задач дослідження розроблено план аналітичних та експериментальних робіт, який спрямовано на розробку та наукове обґрунтування технологій молочного коктейлю, напівфабрикату суфле та бісквіту шоколадного з пінною та піноемультсійною структурою, на його основі, визначено об'єкт та предмети досліджень. Проведено підбір методів дослідження необхідних для визначення фізико-хімічних, та органолептичних показників.

5. Сформульовано інноваційний задум продукції та розроблено моделі технологій молочного коктейлю, напівфабрикату суфле та бісквіту шоколадного з пінною та піноемультсійною структурою, в рамках якої встановлено механізм регулювання технологічних властивостей рецептурних компонентів, які закріплені як параметри технологічного процесу. Обґрунтовано використання

білоквмісної молочної сировини, сухого яєчного білку, яєчного меланжу, вершків, шоколадного порошку, поверхнево-активних речовин та жирової сировини для їх виробництва.

6. Обґрунтовано вміст рецептурних компонентів, що забезпечують максимальну піноутворюючу здатність піноемультсійних систем, зокрема, молока питного, сухого яєчного білку, яєчного меланжу, ПАР, вершків 20% жирності та капа-карагінану.

3. Шляхом експерименту визначено раціональний вміст основних рецептурних компонентів піноподібної молочної продукції (молочних коктейлів): вміст молока – 84%, вміст смакоароматичної добавки – 15%, вміст ПАР E472e – 0,1%, вміст капа-карагінану – 0,025%. Раціональний вміст основних рецептурних компонентів напівфабрикату суфле: вміст яєчного білку сухого – 10,0%, вміст цукрового сиропу 60% - 30,0%, агару – 0,8%, спреду солодковершкового – 20,0%, какао порошку – 3,0%, шоколаду темного 72% – 15%, згущеного молока – 12,5%, ПАР E471 – 0,9%. Раціональний вміст основних рецептурних компонентів бісквіту шоколадного: вміст шоколадного порошку – 41,6% (з яких: шоколад – 20%, декстроза – 20%, E471 – 1,6%), вміст яєчного меланжу – 40%, борошна пшеничного – 9%, цукру білого – 5%, води – 4,4%.

7. Обґрунтовано технологічні параметри отримання розробленої продукції, а саме молочних коктейлів, напівфабрикату суфле, бісквіту шоколадного з пінною та піноемультсійною структурами, що характеризуються високою піноутворюючою здатністю та стійкістю піни. Розроблено принципові технологічні схеми їх виробництва.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Дудкіна М.С, Шовкун Д.Ф. Нові продукти харчування. - К.: професія, 2017.- 304 с.
2. Іноваційні технології виробництва харчової продукції масового споживання : монографія / за заг. ред. П. П. Пивоварова. – Х. : ХДУХТ, 2011. – 444 с.
3. Рудавська М.В. Формування споживчих властивостей молочних прохолоджуючих напоїв оздоровчого спрямування: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16 / М.В. Рудавська. – Х., 2011. – 218 с.
4. Розсохіна Г.А. Нові молочні продукти з фруктами і стабілізуючими добавками // Молочна промисловість, 2015. – №8. – С. 15–16.
5. Соломатин А.Д. Тенденції у виробництві производе молочних продуктів // Молочна промисловість, 2017. – №2. – С. 45–46.
6. Грек О.В. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки: навчальний посібник / О.В. Грек, Г.Є. Поліщук. – К.: РВЦ НУХТ, 2011. – 210 с.
7. Маньковський А.Я. Технологія переробки молока: навч. посібник / А.Я. Маньковський, Р.Й. Кравців, Г.О. Богданов. – Львів: Сполом, 2003. – 451 с.
8. Машкін М.І. Технологія виробництва молока і молочних продуктів / М.І.Машкін, Н.М. Париш. – К.: Вища освіта, 2006. – 351 с.
9. Скорченко Т.А. Технологія дитячих молочних продуктів: Навчальний посібник / Т.А.Скорченко , О.В. Грек. – К.: РВЦ НУХТ, 2012.- 330 с.
10. Шубравська О. В., Розвиток ринку молочних напоїв: світові тенденції і вітчизняні перспективи / О. В. Шубравська, Т. В. Сокольська // Економіка і прогнозування. – 2018. – № 2. – С. 80–93.
11. Кравцова О.В. Удосконалення технологій кисломолочного напою з харчовими волокнами «Фіброгам» / О.В. Кравцова, Т.А. Скорченко // Молочне діло. – 2008. – № 5. – С. 17–20.

12. Сучасні технології виробництва напоїв: підручник. / [Гайдук О. В., Герлянд Т. М., Дрозіч І. А., Кулалаєва Н. В., Романова Г. М.]. – К.: ІПТО НАПН України, 2020. – 440 с.
13. Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Технологія оздоровчих харчових продуктів : підручник. Київ : НУХТ, 2015. 402 с.
14. Філь М.І. Вплив сорту гарбузів української селекції на біологічну цінність тонкодисперсних гарбузових порошків для бісквітів і молочних коктейлів / М.І. Філь, М.В. Рудавська // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / Дон. нац. ун-т екон. і торг. ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк: ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2009. – Вип. 22. – С. 231–236.
15. Рудавська М.В. Вибір раціональних співвідношень маслянки, соку, цукру та «Ламідану» для молочних коктейлів / М.В. Рудавська, Ф.В. Перцевой, С.П. Куц // Вісник Харк. нац. техн. ун-ту сільськ. госп. ім. П. Василенка: зб. наук. пр. / ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х.: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2010. – С. 244–250.
16. Молочні коктейлі для профілактичного харчування / М.В. Рудавська, О.М. Ганич, В.О. Лизогуб, В.І. Равінський // Довкілля і здоров'я людини: міжнар. наук.-практ. конф., 17-19 квіт. 2008 р.: матеріали. – Ужгород: Ужгород. нац. ун-т, НДІ фітотерапії, 2008. – С. 238–241.
17. Рудавська М.В. Формування споживних властивостей молочних прохолоджуючих напоїв оздоровчого спрямування / М.В. Рудавська // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук / Харківський державний університет харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України. – м. Харків, 2011 – С. 20.
18. Мотузка Ю. Ринок аналогів молочних продуктів рослинного походження: світові тренди // Мотузка Ю., Кошельник А. // Товари і ринки. – 2019. – №3 (31). – С. 38-49.
19. How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? // Vanga S. K., Raghavan V. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5756203>.
20. Mäkinen O. E. Foods for special dietary needs: Non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products // Mäkinen O. E., Wanhalinna, V., Zannini,

E., & Arendt, E. K. / *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2015. – №56(3). – P. 339-349.

21. Горальчук А.Б. Наукове обґрунтування технології напівфабрикатів збивних для кулінарної та кондитерської продукції з поліфазною дисперсною структурою : дис. ... док. техн. наук / Горальчук Андрій Богданович. – Харків, 2016. – 326 с.

22. Л. О. Чуйко. Звіт про науково-дослідну роботу № 29-11-12 Д. Покращення якості продукції з бісквітного тіста. – [Електронний ресурс] / Л. О. Чуйко, Ю. М. Хацкевич – Режим доступу: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/zvit29-11-12d.pdf>

23. Пат. №9812872. Франція. Спосіб і склад для економії яєць // Винаходи країн світу. – 2001. – №4.

24. Васькіна В. А. Використання сухих яєчних продуктів при виробництві бісквітного напівфабрикату / В.А. Васькіна, Г.Г. Дубцов, О.А. Гужевський // *Кондитерське і хлебопiкарне виробництво*. – 2004. – №12. – С. 12-13.

25. Kaiser H. *Moglichkeiten zur Bewertung der Qualitat von Trockeneiklar durch Verschauvungs und Backversuche* / H. Kaiser // *Getreide Mehl Brot*. – 2005. – Vol.59, № 4. – P. 220-228. 82.

26. Чуйко А. М. Використання кріас-порошків із виноградних вичавків у виробництві борошняних виробів: дис. ... канд. техн. наук / А. М. Чуйко – Х., 2003.– 281 с.

27. Пат. № 03204970. Японія. Морозиво та спосіб виготовлення бісквіту для нього // Винаходи країн світу. – 2001. – №4.

28. Жушман О. І. Крохмалі нативні і модифіковані / О. І. Жушман // *Харчова і переробна промисловість*. – №5. – 2005. – С. 25-26.

29. Пат. 6884448 США, МПК7 А 21 D 6/00. Бісквітний премікс і спосіб виробництва бісквіту. *Sponge cake premix and method of manufacturing sponge cake by using said premix* / Nagatanien Co., Ltd, Takashima Hiroe. – № 09/851070; заявл. 08.05.2001; опубл. 26.04.2005; №2000-135997 (Японія); НПК 426/128.

30. Сучасне виробництво кондитерських виробів // Кондитерське виробництво. – 2001. – №1. – С. 52.
31. Діденко В.М. Емульгатори для кондитерської промисловості / В. М. Діденко // Кондитерське і хлібопекарне виробництво. – 2004. – №9. – С. 7.
32. Шалугіна Н.В. Десерт профілактичного призначення із молочної сироватки / Н.В. Шалугіна // Зберігання і переробка сільгосп. сировини. – 2008. – №3. – С. 40.
33. Дорошенко В. Стабілізаційні системи для кондитерських виробів / В. Дорошенко, О. Мехтієва, А. Дорохович // Харчова та переробна промисловість. – 2003. – №12. – С. 28-29.
34. Остроумова Л.А. Класифікація пін в харчовій промисловості / Л.А. Остроумова, А.Ю. Просеков // Зберігання і переробка сільгосп. сировини. – 2011. – №1 – С. 53-54.
35. Банова С.І. Удосконалення технології збивних кондитерських виробів: дис. ... канд. техн. наук / С.І. Банова – Одеса, 2003.– 270 с.
36. Паронян В.Х., Боголюбська Ю.В. Теоретичні основи утворення емульсій і критерії оцінки їх властивостей / В.Х. Паронян, Ю.В. Боголюбская // Зберігання і переробка сільгосп. сировини. – 2007. – №4. – С. 20-22.
37. Steigman, A. A Dietary Fiber is fundamentally functional / A. A. Steigman//Cereal foods world, 2003. vol. 48, 3, p. 128-132.
38. Доронин А.Ф., Шендеров Б.А. Функціональне харчування / А.Ф. Доронін, Б. А. Тендеров. – К.: професія, 2002. – 295 с.
39. Саніна Т.В. Розробка оптимальної рецептури бісквітного напівфабрикату / Т.В. Саніна, Ю.С. Сербулов, С.І. Лукіна // Зберігання і переробка сільгосп. сировини. – 2001. – №1. – С. 59-61.
40. Калакура М.М. Технологія бісквіту лікувально-профілактичного призначення М.М. Калакура, В.В. Ніколіна // Техніка і технологія харчових виробництв: Матеріали V Міжнародної науково-технічної конф. 18-20 травня 2005 р. – Полтава, 2005. – С. 88.

41. Рудавська Г. Б. Молочні та яєчні товари: підручник / Г.Б. Рудавська, Є.В. Тищенко – К.: Книга, 2004. – 392 с.
42. Йоргачева Е.Г. Вплив технологічних параметрів на якість бісквітних напівфабрикатів з альбуміном / Е.Г. Йоргачева, О.В. Макарова, С. М. Капетула // Сб. наук. праць ОНАПТ. – Одеса, 2006. – Вип. 29, т.2. – С. 194-196.
43. Пивоваров, П. П. Теоретична технологія продукції громадського харчування / П. П. Пивоваров: Навч. посіб. Частина I. Білки в технології продукції громадського харчування./ - Харків: ХДАТОХ, 2000. -116с.
44. Шевелев К. Сыворожка – ценный субпродукт / К.Шевелев // Молоч. пром-ть. – 2005. – №1. – С. 60-61.
45. Зайцева Г. Т. Технологія виготовлення борошняних кондитерських виробів / Г. Т. Зайцева, Т. М. Горпинко – К.: Вікторія, 2002. – 399 с.
46. Медведева А. О. Технологія борошняних кондитерських виробів з використанням соєвої пасти: автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. техн. наук / А. О. Медведева– К., 2000. – 19 с.
47. Wheat gluten based percolating emulsion gels as simple strategy for structuring liquid oil / Liu X, et al. // Food Hydrocolloids. 2016; 61. – pp. 747-755.
48. Пащенко Л.П. Сухий білковий напівфабрикат як замісник яйцепродуктів у виробництві бісквіту / Л.П. Пащенко, Ю.Н. Рябикіна, В.Л. Пащенко // Зберігання і переробка сільгосп. сировини. – 2006. – №10. – С. 69-70.
49. Ратушенко А. Т. Технологія кондитерських виробів з використанням яблучного порошку: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук / А. Т. Ратушенко – Київ, 2001. – 17 с.
50. Костюк В. С. Дослідження впливу ананасового порошку на тепломасообмінні процеси при випіканні бісквітних напівфабрикатів / В. С. Костюк // Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодення і перспективи: матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції 17-19 жовтня 2005р. – Київ, 2005. – С. 60.

51. Тамова М.Ю. Розробка технології борошняних кондитерських виробів профілактичного призначення / М.Ю. Тамова, Г.М. Зайко // Кондитерське виробництво. – 2001. – №2. – С. 20.
52. Тепел, А. Хімія і фізика молока / А. Тепел.- В.: Харчова промисловість, 2011.- 324 с.
53. Арст В.А. Добавки, як регулятори консистенції молочних продуктів / В.А. Арст, П.В. Орлов, Ф.В. Пеленко // Харчові інгредієнти: сировина і добавки. - 2002. - №2, - С. 78-79.
54. Іоргачова К. Г., Гордієнко Л. В., Макарова О. В. Біомодифікація альбуміна сухого для стабілізації піноутворюючої структури бісквітних напівфабрикатів //Зернові продукти і комбікорми. – 2014. – №. 4. – С. 19-25.
55. Сафонова О. М. и др. Спосіб одержання бісквітного напівфабрикату (Деклараційний патент на винахід№ 36479). – 2001.
56. Пат. № 36071 Україна, МПК А 21 D 13/08 (2008.01). Композиція інгредієнтів для приготування бісквітного напівфабрикату. /Іоргачова К.Г., Капетула С.М.,Карацуба Г.С., Макарова О.В.; Опубл. 10.10.2008. Бюл. № 19.
57. Пат. № 36082 Україна, МПК А 21 D 13/00 (2006). Композиція інгредієнтів для приготування масляного бісквітного напівфабрикату. / Капетула С.М., Іоргачова К.Г., Котузаки О.М., Макарова О.В.; Опубл. 10.10.2008. Бюл. № 19.
58. Пат. № 42886 Україна, МПК А 21 D 13/08 (2009.01). Композиція інгредієнтів для приготування бісквітного напівфабрикату. / Капетула С.М., Іоргачова К.Г., Котузаки О.М., Макарова О.В.; Опубл. 27.07.2009. Бюл. № 14.
59. Пат. № 42885 Україна, МПК А 21 D 13/08 (2009.01). Композиція інгредієнтів для приготування бісквітного напівфабрикату. /Іоргачова К.Г., Капетула С.М., Котузаки О.М., Макарова О.В.; Опубл. 27.07.2009. Бюл. № 14.
60. Суха суміш для приготування бісквітного напівфабрикату «Суміш для бісквітів». Фірма «MVL» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mvl-group.ru/mix-for-biscuits/>.

61. Сафонова О.М. і ін. Спосіб одержання масляного бісквітного напівфабрикату (Деклараційний патент на винахід № 42270). – 2001.
62. Бондар Н. П. и др. Бісквітний напівфабрикат оздоровчо-профілактичного призначення (Патент України на корисну модель № 64455). – 2011.
63. Арсеньєва Л.Ю. та ін. Бісквітний напівфабрикат (Патент на корисну модель № 91967). – 2014.
64. Матиящук О.В., Фурманова Ю.П., П'яних С.К. Використання амарантового борошна в технології виробництва бісквітних напівфабрикатів [електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sworld.com.ua/konferua6/103.pdf>.
65. Кочерга В.І. Удосконалення рецептурного складу бісквітного напівфабрикату [електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nauka.tsatu.edu.ua/print-journals-tdata/16-1/16_1/29.pdf.
66. Гуменюк О.л., Городиська О.В., Ксенюк М.П. Бісквітний напівфабрикат підвищеної харчової цінності з добавкою лляного шроту // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць. – харків: хдУхТ, 2017. – Вип. 2(26). – С. 297-301.
67. Belitz H. -D. Food chemistry / H. -D. Belitz, W. Grosch. Berlin: Springer, 1999.
68. The Foam / IHC News, 2009 – Vol. 4. – 12 p., available at: [http://www.clariant.com/C12575E4001FB2B8/vwLookupDownloads/2009_01_IHC_Newsletter_Defoaming.pdf/\\$FILE/2009_01_IHC_Newsletter_Defoaming.pdf](http://www.clariant.com/C12575E4001FB2B8/vwLookupDownloads/2009_01_IHC_Newsletter_Defoaming.pdf/$FILE/2009_01_IHC_Newsletter_Defoaming.pdf)
69. Buchheim, W., Dejmek, P. Milk and dairy-type emulsion // Food Emulsions / Larsson, K., Friberg, D., eds. – 2nd ed. – New York: Marcel Dekker, 1990. – P. 203
70. Schuster G. Emulgatoren fur Lebensmittel – Berlin: Springer Verlag, 1985.
71. Krog N.J. Food emulsifiers and their chemical and physical properties // Food Emulsions / Friberg S. E., Larsson K., eds. – 3d ed., Revised and Expanded. – New York: Marcel Dekker, 1997, – pp. 141-188.
72. Hasenhuettl G.L., Hartel, R.W. Food Emulsifiers and Their Applications. – New York, Chapman&Hall, 1997
73. Stauffer C. E. Emulsifiers. – St. Paul, Minnesota: Eagan Press, 1999.

74. Dickinson, E. Properties of emulsions stabilized with milk proteins: overview of some recent developments // *J. Dairy Sci.*, 1997, 80, 2067-2619.
75. Chen, J., Dickinson, E. Time-dependent competitive adsorption of milk proteins and surfactants in oil-in-water emulsions // *J. Sci. Food Agric.*, 1993, 62, 283- 289.
76. Cornec, M., Wilde, P. J., Gunning, P. A., Mackie, A.R., Husband, F. A., Parker, M. X., Clark, D. C Emulsion stability as affected by competitive adsorption between an oil-soluble emulsifier and milk, proteins at the interface // *J. Food Sci.*, 1998, 63(1), 39-43.
77. Dickinson, E., Hong, S. T. Surface coverage of β -lactoglobulin at the oil-water interface: influence of protein heat treatment and various emulsifiers // *J. Agric. Food Chem.*, 1994, 42, 1602-1606. ;
78. Dickinson, E. Milk protein interfacial layers and the relationship to emulsion stability and rheology // *Coll. Surf. B: Biointerfaces*, 2001, 20, 197.
80. Кафка, Б.В., Лурье, И.С. Технологический контроль кондитерского производства[Текст] / Б.В.Кафка, И.С. Лурье. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – С.207-208.
81. ДСТУ 4619:2006 Вироби кондитерські. Правила приймання. Методи відбору та підготовки проб. Укрдержспоживстандарт України.– Київ, 2007. – 10 с.
82. ДСТУ 4910:2008 Вироби кондитерські. Методи визначення масових часток вологи та сухих речовин. Укрдержспоживстандарт України.– Київ, 2008. – 14 с.
83. ДСТУ 5059:2008 Вироби кондитерські. Методи визначання фізико-хімічних показників. – К.: Укрдержспоживстандарт України. – Київ, 2010. – 36 с.
84. ДСТУ 3946-2000. Продукція харчова. Основні положення Держспоживстандарт України.– Київ, 2000.– 6 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Акти впровадження у виробництво

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОТОВДЖЕННЯ
 ІЗ РОБОТИ ДСТУ

ІАТ ВЕРДЖУЮ
 Комітет патріархату

Р.С. ТВАРИЧЕНКО
 (підпис) (протокол)

П.В. ФЕДІСЕНКО
 (підпис) (протокол)

13 2021 р.

13 2021 р.

А К Т

ВІПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ У ВИРОБНИЦТВО

ВСТАНОВИТИ

Ф.О.П. ФЕДІСЕНКО П.В.
 (підпис) (протокол)

Ф.О.П. ФЕДІСЕНКО П.В.
 (підпис) (протокол)

В АКТІ ВІПРОВАДЖУЮТЬСЯ, ЩО РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ, ЯКУ ВИКОНАНО НА ТЕМУ «Наукова розробка окремих виробничих технологій мікроелектронних технологій на основі дослідження та удосконалення електричної технології виготовлення кулінарних та кондитерських харчових технологій в ресторані «В. Наура» ДСТУ»

ВСТАНОВИТИ

ВІПРОВАДЖУВАТИ: 01.01.2021 р.

ВСТАНОВИТИ

ВСТАНОВИТИ

1. Визначити результати виробничого процесу з використанням методів аналізу та контролю якості.

2. Характеризувати масштаби виробничого процесу.

3. Форму виробництва:
 Методика (метод) виробнича технологія

4. Належна результативна науково-дослідна робота

5. Дослідно-виробничий процес: 01.01.2021 р.

6. Виробничий:
 а) промислове виробництво

б) проєктні роботи

7. Економічний ефект (розрахунок додати)

фактичний _____ тис. грн.
у тому числі частково (зазначити стат. № ЗСЗ) _____ тис. грн.

№ _____
8. Підвищення економічної ефективності виробничого результату _____ тис. грн.

9. Обсяг виробництва _____ тис. грн.
що становить _____ від обсягу виробництва
що викладено в основному розрахунку тарифу щодо економічного ефекту, який розраховано за методом НДР. Ефект _____ тис. грн., а від час проведення запровадження. Ефект _____ тис. закладних доходу.


10. Сумарний швидко-впливний ефект _____

_____ тис. грн.
_____ тис. грн.
_____ тис. грн.

Примітка: Цей акт, складений за згодою між сторонами, підписаний обою сторонами і є обов'язковим. Згідно з статтею 1 розрахунок економічного ефекту від запровадження _____ з метою реалізації _____ при складанні _____ не виконаний повністю, оскільки _____, тому економічний ефект від НДР розраховано за стат. № _____ за розрахунком _____ обсягу _____, а не повною повнотою. Цей документ складений ефект _____, який не відповідає стат. № _____ в стат. № _____ з метою _____.

ВІД ВИКОНАВЦІВ

ВІД ПІДПРИЄМСТВА

Зав. підприємства


О.В. Гринюк
Голова комісії



І.В. Феліксант
Голова комісії

Керівник робіт



С.В. Сидоренко
Голова комісії

Додаток Б

Акти впровадження результатів науково-дослідної роботи у освітній процес Державного біотехнологічного університету

УЗГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету
д.т.н., професор

« 12 » 12 / 2022 р.
В.М. Михайлов

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної роботи
Державного біотехнологічного
університету
к.т.н., доцент

« 12 » 12 / 2022 р.
М.Л. Серік

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і технологічних робіт в освітній процес закладів вищої освіти

Замовник Державний біотехнологічний університет
(найменування організації)

в.о. ректора ДБТУ к.т.н. Кудряшов А.І.
(П.І.Б. керівника організації)

Дійсним актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи
«Наукові та практичні основи використання низькомолекулярних поверхнево-активних
речовин для удосконалення та підвищення ефективності технологій напоїв, кулінарної та
кондитерської продукції» 08-21-22 Б (0120U105066)

(найменування теми, № держ. реєстрації)

виконаної на кафедрі харчових технологій в ресторанній індустрії

(найменування кафедри)

виконуваної з 01.01.2022 по 31.12.2022 р.р.

(терміни виконання)

впроваджені в освітній процес ФПіХВ ДБТУ кафедра харчових технологій в ресторанній
індустрії

(найменування структурного підрозділу, де здійснювалося впровадження)

1. Вид впроваджених результатів НМКД (текст лекцій, курсові і кваліфікаційні роботи),
НДРС (технологія, обладнання, методики, тощо)

2. Форма впровадження НМКД (текст лекцій, курсові та кваліфікаційні роботи),
НДРС

3. Новизна результатів науково-дослідних робіт розроблено нові рецептури та технології
(піонерське, принципово нове, якісно нове, модифікації, модернізація старих розробок)

4. Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких викладені результати НДР «Теоретичні основи
харчових технологій» (для студентів денної та заочної форми навчання факультету
переробних і харчових виробництв

5. Соціальний і науково-економічний ефект полягає у розробленні технологій напоїв,
кулінарної та кондитерської продукції з використанням низькомолекулярних поверхнево-
активних речовин, що спрямовані на підвищення якості продукції та економічної
ефективності

Зав. кафедрою
О.О. Гринченко
(підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник НДР
С.Б. Омельченко
(підпис) (ініціали, прізвище)

Відповідальний за впровадження

С.Б. Омельченко
(підпис) (ініціали, прізвище)

«07» листопада 2022 р.

«07» листопада 2022 р.

УЗГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету
д.т.н., професор

В.М. Михайлов

« 12 » _____ 2022 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної роботи
Державного біотехнологічного
університету

к.т.н., доцент

М.Л. Серік

« 12 » _____ 2022 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і
технологічних робіт в освітній процес закладів вищої освіти

Замовник _____ Державний біотехнологічний університет
(найменування організації)

в.о. ректора ДБТУ к.т.н. Кудряшов А.І.

(П.І.Б. керівника організації)

Дійсним актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи
«Наукові та практичні основи використання низькомолекулярних поверхнево-активних
речовин для удосконалення та підвищення ефективності технологій напоїв, кулінарної та
кондитерської продукції» 08-21-22 Б (0120U105066)

(найменування теми, № держ. реєстрації)

виконаної на кафедрі харчових технологій в ресторанній індустрії

(найменування кафедри)

виконуваної з 01.01.2022 по 31.12.2022 р.р.

(терміни виконання)

впроваджені в освітній процес ФПіХВ ДБТУ кафедра харчових технологій в ресторанній
індустрії

(найменування структурного підрозділу, де здійснювалося впровадження)

1. Вид впроваджених результатів НМКД (текст лекцій, курсові і кваліфікаційні роботи),
НДРС

(технологія, обладнання, методики, тощо)

2. Форма впровадження НМКД (текст лекцій, курсові та кваліфікаційні роботи),
НДРС

3. Новизна результатів науково-дослідних робіт розроблено нові рецептури та технології
(піонерське, принципово нове, якісно нове, модифікації, модернізація старих розробок)

4. Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких викладені результати НДР «Інноваційні
технології та інжиніринг в харчовій промисловості та ресторанній індустрії» (для студентів
денної та заочної форми навчання факультету переробних і харчових виробництв

5. Соціальний і науково-економічний ефект полягає у розробленні технологій
молоковмісних напоїв, кулінарної та кондитерської продукції з використанням
низькомолекулярних поверхнево-активних речовин, що спрямовані на підвищення якості
продукції та економічної ефективності

Зав. кафедрою
О.О. Гринченко
(підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник НДР
С.Б. Омельченко
(підпис) (ініціали, прізвище)

Відповідальний за впровадження
О.В. Котляр
(підпис) (ініціали, прізвище)

« 07 » листопада 2022 р.

« 07 » листопада 2022 р.